Über die Verästelung bei monokotylen Bäumen.

III. [1])

Die Verästelung einiger baumartigen Liliaceen.

Von

J. C. SCHOUTE.

INHALTSÜBERSICHT.

Einleitung, S. 263. — I. Kap. *Yucceae*, S. 269. — II. Kap. *Dracaeneae*, S. 275. — § 1. Die Verästelung durch dünne Seitenzweige, S. 275. — § 2. Die Verästelung durch dicke Seitenäste, S. 278. — A. Der Aufbau der Knospen, S. 278. — B. Das Austreiben, S. 291. — III. Kap. *Aloineae*, S. 298. — § 1. Literatur, S. 298. — § 2. *Haworthia coarctata*, S. 300. — § 3. *Aloe soccotrina*, S. 309. — § 4. *Aloe plicatilis*, S. 319. — § 5. *Aloe ciliaris*, S. 324. — § 6. Die spät auftretende seitliche Verästelung, S. 327. — IV. Kap. Zusammenfassung, S. 331.

Einleitung.

In den vorigen Arbeiten über die Verästelung bei monokotylen Bäumen habe ich jedesmal darauf hinge-

[1]) Die beiden vorigen Aufsätze: „Die Verästelung von Pandanus" und „Die Verästelung von Hyphaene" erschienen 1905 in Annales de Buitenzorg 2e Ser. Vol. 5, S. 53, bezw. 1909 in Recueil d. Tr. bot. néerl., Vol. 6, S. 211.

wiesen, dass das Fehlen des sekundären Dickenwachstums für die Verästelung der Bäume bedeutende Schwierigkeiten bedingt, welche zu überwinden nur wenigen Arten gelingt. Zumal bei sympodialem Aufbau des Stammes, wo ein einziger Ast die Verlängerung und Fortsetzung des Tragastes zu bilden hat, ist den Anforderungen schwer zu genügen; muss doch die Seitenknospe denselben Durchmesser haben wie der Tragast und muss dazu der Gipfel des Tragastes beiseitegeschoben werden. Dieses kann augenscheinlich nur dadurch geschehen, dass die Knospe hoch am Vegetationskegel angelegt wird und dass sie sich frühzeitig stark entwickelt; am vollendetsten wäre ein Sachverhalt wie bei *Vitis*, wo die terminale Ranke schon bei seiner Ausbildung von der Seitenknospe zur Seite gedrängt wird und wo die Knospe, wenn sie sichtbar wird, schon eine terminale Stellung erlangt hat.

Die jetzt zu behandelnden baumartigen Liliaceen sind nun gewiss dadurch für die Verästelung besser geeignet als die anderen monokotylen Bäume, weil sich bei ihnen bekanntlich ein sekundäres Dickenwachstum vorfindet. Dieses Dickenwachstum ist natürlich im Stande einen Seitenast an seiner Basis und zumal an seiner Insertion nachträglich zu verstärken, sodass auch kleinere, nicht so früh ausgebildete Seitenknospen zur Verästelung fähig sein können.

Wir können nun aber gleich bemerken, dass, ungeachtet dieser möglichen nachträglichen Verstärkung der Astbasen, die Verästelung dennoch im allgemeinen eine auffallende Ähnlichkeit zu der bis jetzt beschriebenen lateralen Verästelung bei Monokotylen aufweist. Es kommt zwar vor, dass verhältnismässig kleine Knospen austreiben unter nachträglicher Verstärkung ihrer Insertion, ja, wir können sogar sagen, dass die grosse Frequenz der Arten mit regelmässiger Verästelung unter den Lilienbäumen mit den dadurch erleichterten Bedingungen für die Verästelung

zusammenhängt; es bleibt aber nichtsdestoweniger die Regel, dass solche Knospen welche an den oberirdischen, freien Stammesteilen austreiben werden, sehr früh angelegt werden und dass schon die primären Gewebe der Knospe eine ganz ausserordentliche Entwicklung erhalten, sodass bei der austreibenden Knospe die primären Gewebe zunächst Hauptsache bleiben und einer besonderen Verstärkung an ihrer Basis anfangs kaum bedürfen.

Diese Tatsache stimmt genau zu dem früher gefundenen Resultat [1]), dass die Liliifloren allgemein bei der Bildung ihres Stammes von dem sekundären Dickenwachstum einen weniger ergiebigen Gebrauch machen als man vielleicht erwarten sollte, und dass sie auch in ihrer Stammesbildung echte Monokotylen sind und bleiben [2]).

Wenn, wie es z.B. von Lindinger [3]) angenommen wird, das sekundäre Dickenwachstum des Stammes eine Eigenschaft wäre, welche die ursprünglichen Monokotylen allgemein besessen hätten [4]), so würde man erwarten, dass dieses Dickenwachstum bei der Stammesbildung, sowie bei der Verästelung, eine grössere Rolle spielen würde. Ich glaube daher auch, dass die sehr besonderen Anpassungen bei den Liliaceen, welche die Verästelung mittelst primärer Gewebe ermöglichen, eher für ein verhältnismässig geringes Altertum des Dickenwachstums sprechen als dafür, dass eine reliktartige uralte Erscheinung vorliegt.

Welche sind nun die Anpassungen, welche bei unseren Liliaceen die Ausbildung der besonders grossen Seiten-

---

[1]) J. C. Schoute, Die Stammesbildung der Monokotylen, Flora 92, 1903, S. 32.

[2]) l.c. S. 33.

[3]) Leonhard Lindinger. Die Struktur von Aloe dichotoma L., mit anschliessenden allgemeinen Betrachtungen. Beihefte z. bot. Centralblatt 24, 1, 1909, S. 211.

[4]) l.c. S. 245.

knospen ermöglichen? Von den Palmen haben wir früher gefunden, dass bei ihnen die radikalste Lösung des Problems durch Auftreten einer echten Dichotomie stattgefunden hat [1]); bei den Pandanen sahen wir, dass eine schon früh ausgebildete Knospe unterhalb der Infloreszenz durch die grosse Ausdehnung der beiden Kiele ihres Vorblattes etwa halbstengelumfassend wird, während zwei von den Kielen ausgehende Wülste die Knospe sogar dreiviertelumfassend machen. Durch die eigentümlichen Wachstums-

[1]) In meiner Mitteilung über die Dichotomie von *Hyphaene* habe ich die früheren Arbeiten über verästelte Palmen nicht erwähnt; ich will das damals verabsäumte hier noch nachholen. Die wichtigsten neueren Arbeiten, in denen man die weitschichtige ältere Literatur ebenfalls erwähnt findet, sind die von D. Morris, On the phenomena concerned in the production of forked and branched palms (Journal of the Linnean Soc., Botany, 29, 1893, S. 281), von H. N. Ridley. Branching in palms (Annals of Botany, 21, 1907, S. 415) und von C. L. Gatin, Contribution à l'étude des Palmiers branchus (Bull. Soc. bot. d. France, 56, 1909, S. CIII). In allen diesen drei Arbeiten wird die zufällige, seltene Verästelung vieler Palmenarten beschrieben; nach Gatin kann diese Verästelung die Folge sein der zur Lagmigewinnung im Vegetationskegel gemachten Einschnitte.

Von Ridley wird diese Verästelung der Palmen ausnahmslos als eine seitliche aufgefasst, auch wenn scheinbar eine Gabelung vorliegt; Morris dagegen spricht bei einigen Palmen von gegabelten Exemplaren. Er hat jedoch die morphologischen Verhältnisse nicht näher untersucht. Wahrscheinlich kommt aber bei verschiedenen Palmarten eine dichotome Gabelung, wie die von *Hyphaene*, ausnahmweise ebenfalls vor; von Velenovsky ist die Dichotomie von *Chamaedorea Martiana* schon beschrieben worden (Vergleichende Morphologie der Pflanzen, IV, Supplement, Prag. 1913 S. 114).

Die Verästelung von *Hyphaene* war von früheren Autoren, soviel mir bekannt, nie näher untersucht worden; wir finden nur von Warburg (Savannenlandschaft des deutsch-Ostafrikanischen Küstenlandes mit Dumpalmen, Deutsche Kolonialzeitung N. F., 8, 1895, S. 116) bemerkt, dass die Ursache der Verästelung vielleicht in äusseren Umständen gelegen sein wird, worauf Volckens (Ibid. S. 132) seine Meinung geäussert hat, die Ursache sei unbedingt eine innerliche.

verhältnisse in den Teilen des Tragastes unterhalb der Knospe und in den basalen Teilen der Knospe selber wird der Blütenstiel dann zur Seite geworfen und wird der Seitenast in die Verlängerung des Tragastes gestellt; in dieser Weise entsteht ein wohlgebildetes Sympodium, das nur an der einen Seite, wo der Blütenstiel wie aus einem Loch seitlich hervorragt, eine schwächere Stelle hat.

Die baumartigen Liliaceen zeigen nun, soweit untersucht, nirgends eine Dichotomie, sondern sie verästeln sich alle durch laterale Knospen; einige schliessen sich dabei *Pandanus* ziemlich enge an, andere zeigen wieder andere besondere Anpassungen.

Von den zahlreichen Tribus der Liliaceen gibt es wenigstens fünf, wo ein oberirdischer Stamm mit regelmässiger Verästelung vorkommt; diese fünf Tribus sind die *Aloineae*, *Lomandreae*, *Yucceae*, *Nolineae* und *Dracaeneae*. Meine Beobachtungen über diesen Gegenstand sind über einen Zeitraum von gut sechzehn Jahren zerstreut, sie tragen naturgemäss einen etwas fragmentarischen Charakter, weil sie an das gelegentliche Vorhandensein geeigneten Materials gebunden waren. Das Material stammte, wo nicht anders bemerkt, aus dem Botanischen Garten der Universität Groningen.

Im folgenden werde ich in drei gesonderten Kapiteln die *Aloineae*, die *Yucceae* und die *Dracaeneae* behandeln; von den *Lomandreae* (*Lomandra* und *Xanthorrhoea* [1]) habe ich gar kein Material zur Untersuchung gehabt, von den *Nolineae* war das Material für eine nähere Beschrei-

[1]) Dass *Xanthorrhoea* sich verästeln kann, obwohl La Floresta angibt dass der Mangel an Verästelung für *X.* charakteristisch sei, wird jedem Besucher des Berggartens von Tjibodas bekannt sein; die beiden schönen verästelten Exemplare dort wird ein jeder sich erinnern (P. La Floresta, Struttura ed accrescimento secondario del fusto di „Xanthorrhoea". Contribuzioni alla Biol. veg., edite da A. Borzi, Vol. III, fasc 1, Palermo 1902).

bung nicht hinreichend [1]). Aus mehreren Gründen fange ich dabei mit der Behandlung der *Yucceae* an.

[1]) Schöne, anscheinend gabelige Verästelung von *Nolina recurvata* ist abgebildet worden in Karsten und Schenck. Vegetationsbilder Heft 6, Jena 1903 auf Tafel 34. An einem ganz ähnlichen verästelten älteren Stamm von *Pincenectitia (= Nolina) recurvata* Hort. konnte ich erkennen dass zwischen den Ästen ein Blütenstandsast vorhanden war; das Stück war einem verästelten *Dracaena*-Stamme ähnlich ausgebildet; die beiden Äste waren in ihrer Blattstellung dem Hauptast homodrom.

I. KAPITEL.

Yucceae.

Von den *Yucceae* habe ich nur eine Art, und zwar *Yucca flaccida* untersucht; das Material bestand aus zwei Stämmen. Der eine Stamm war gut 1 m und zeigte in seiner Mitte eine Verästelungsstelle, wo sich nur ein einziger Seitenast entwickelt hatte; der zweite Stamm war fast $1^1/_2$ m und zeigte in seinem oberen Teil zwei divergierende Seitenäste.

Beide Stämme zeigten an ihrer Oberfläche zahlreiche Blattnarben und noch von Epidermis bedeckte Teile

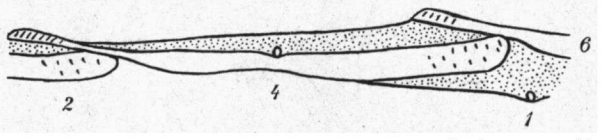

Fig. 1. *Yucca flaccida*. Teil der Stammesoberfläche in nat. Gr. Epidermisfläche punktiert dargestellt; Blattnarben nach der Grundspirale beziffert.

dazwischen; ausserdem war bei jeder Blattnarbe eine kleine Achselknospe vorhanden. Fig. 1 gibt einen Teil einer solchen Stammesoberfläche wieder. Die Blattinsertionen befinden sich in einem Kontaktsystem nach 2 + 3; eine Blattnarbe, 4, ist in ihrer Gesamtheit dargestellt worden. Von den Narben 2 und 6 sind Teile zu erkennen, von Blatt 1 die Achselknospe. An den beiden Enden der Narben

sind einige stark hervortretende Male von Fibrovasalsträngen angedeutet worden. Die Knospen sind etwa rund und $1—1^3/_4$ mm im Durchmesser, während die Stämme $5—7^1/_2$ cm Durchmesser hatten; es war also ganz ausge-

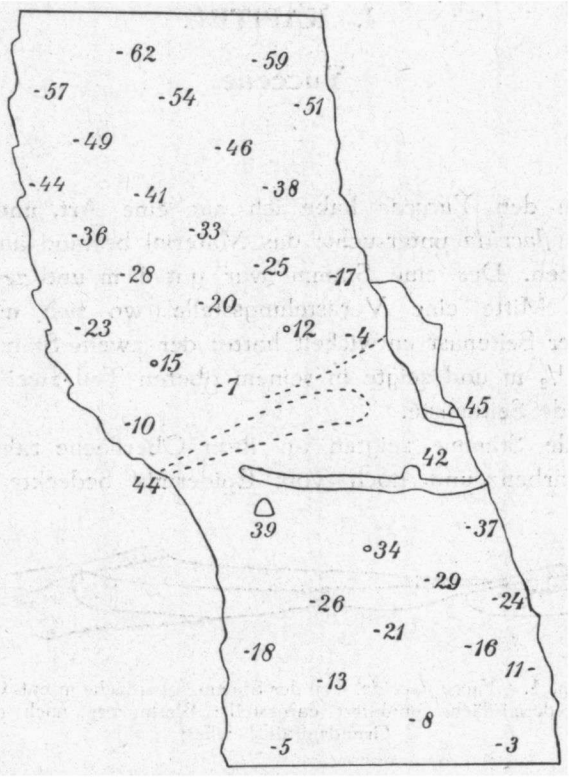

Fig. 2. *Yucca flaccida*, Stammstück in $^2/_3$ nat. Gr. Die Lage der Achselknospen ist angedeutet; bei Haupt- und Seitenachse sind sie nach der Grundspirale beziffert worden.

schlossen, dass diese kleinen Knospen sich nachträglich noch zu Seitenästen entwickeln würden.

Es war jedoch sehr bemerkenswert, dass in der Nähe der Verästelungsstellen diese ruhenden Knospen schon

grösser waren als irgendwo sonst; an dem einastigen Exemplar bestimmte ich die Insertionsbreite einiger solchen Knospen. Das Tragblatt des entwickelten Astes hatte die Nummer 44 erhalten; die Knospen der Blätter 39, 41, 42, 43 und 45 hatten eine Insertionsbreite von bezw. 0,3, 0,5, 0,3, 0,65 und 0,3 cm. Die Insertion dieser Knospen war also gegen diejenigen der sonstigen Knospen um einige Male vergrössert; dennoch kam ihre Breite gegen diejenigen der ausgetriebenen Knospe (6,5 cm) durchaus nicht in Betracht. Der mächtig fördernde Einfluss, der auf die austreibende Knospe während oder sogar schon vor ihrer Ausbildung einwirkt, ist also auch bei den benachbarten Knospen zu erkennen; allerdings nur in schwachem Grade.

Um den Vorgang der Verzweigung näher zu verstehen, betrachten wir zunächst Fig. 2 und 3. In diesen Figuren ist je eine Ansicht von dem einastigen Stück wiedergegeben worden; beide Figuren sind nach Photogrammen des Objektes hergestellt worden und sind somit in ihren Ausmassen korrekt. In Fig. 2 fällt es sofort auf, dass die Verästelung in soweit eine mangelhafte ist, dass der Rest des Blütenstieles der Hauptachse gar nicht zur Seite gedrängt worden ist, sondern unverändert in seiner Lage verblieben ist. Der seitliche Ast hängt dadurch in etwas unglücklicher Weise dem Hauptast an; erst höher nimmt er die Richtung der Hauptachse wieder auf.

Diejenigen Vorrichtungen, durch welche bei *Pandanus* der Seitenast sich vollkommen in die Verlängerung des Hauptastes stellt, sind hier somit nicht vorhanden; das einzige was hier geschieht, ist die frühzeitige Ausdehnung der Insertionsbreite der Knospe.

In den beiden Figuren sind von den meisten Blättern die Narben nicht eingetragen, nur die Stellen an denen die Achselknospen sich fanden, sind angedeutet worden. Wir ersehen daraus, dass der Seitenast antidrom ist gegen den Hauptast, und dass beide Äste übrigens dieselbe

Blattstellung haben: 2 + 3 der Blattnarben, vielleicht ein höheres System der Verbreitungskreise. Die Narben der Blätter 42, 43 und 45 sind eingetragen worden; diejenigen von Blatt 44 und von dem Vorblatt des Seitenastes, welche Insertionen nicht deutlich mehr waren, sind der Lage nach durch punktierte Linien angedeutet worden. Aus der gegenseitigen Lage dieser Narben erkennen wir, dass der Seitenast unterhalb seines ersten Blattes an der Infloreszenzseite ziemlich stark emporgewachsen ist.

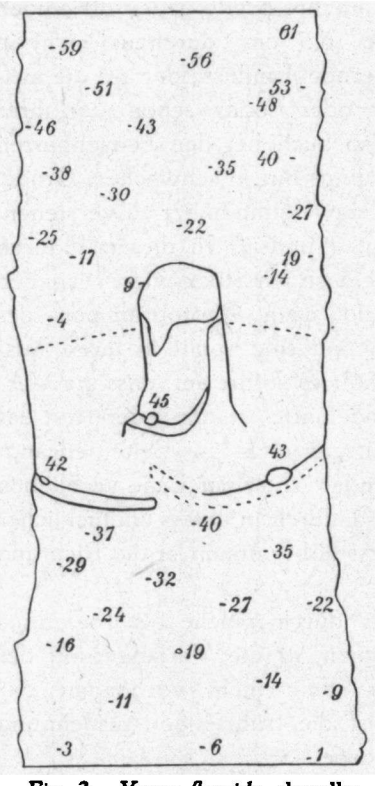

Fig. 3. *Yucca flaccida*, dasselbe Stammstück um 90° gedreht.

Die Betrachtung beider Objekte machte es deutlich, dass hier in ähnlicher Weise wie bei *Pandanus* entweder Kiele des Vorblattes oder von dem Vorblatt ausgehende seitliche Wülste vorhanden sein müssten, durch welche die Knospe ihre seitliche Ausdehnung erhielt: die so erhaltene Insertion war hier etwa halbstengelumfassend, gegen dreiviertelumfassend bei *Pandanus*.

Von dem zweiten Objekt geben Fig. 4 und 5 uns ganz ähnliche Bilder; auch hier sind die höchsten Knospen der Hauptachse bedeutend vergrössert. Die beiden Blätter 54 und 55 sind diejenigen, deren Knospen ausgetrieben sind; weil diese Blätter nicht in 180° Entfernung auseinander stehen, so

sind auch die Achselknospen nicht gegenständig. Dieses äussert sich darin dass der Blütenstiel nur in Fig. 4 deutlich hervortritt; auch hier war der Blütenstiel nicht um das geringste von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt. Beide Äste sind wieder an der Infloreszenzseite bedeutend emporgewachsen durch Vermittlung der Kiele oder Wülste.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass der untere Ast aus 54 dem Hauptast antidrom ist, derjenige aus 55 dagegen

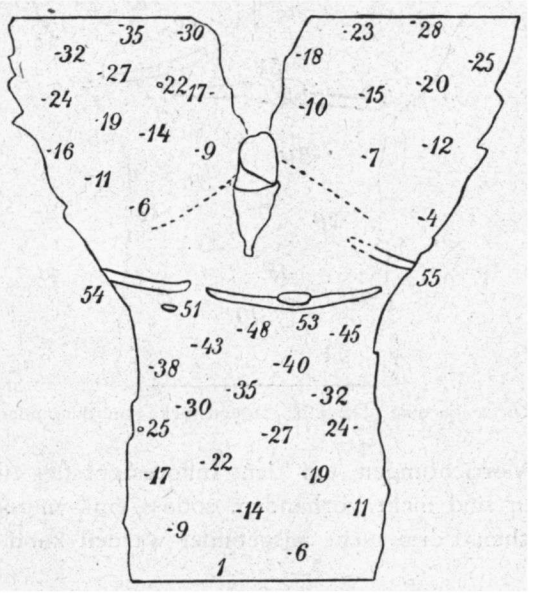

Fig. 4. *Yucca flaccida*, Stammstück in $^1/_2$ nat. Gr. Achselknospen wie in Fig. 2 angedeutet und beziffert.

homodrom; wenn wir in Fig. 4 den Ast aus 55 unentwickelt denken, so ist die ganze Situation derjenigen von Fig. 2 durchaus ähnlich.

Fassen wir das beobachtete zusammen, so findet das Austreiben der Knospen nur dann statt, wenn nach hervorgegangener Blütenbildung eine oder mehrere Knospen

frühzeitig stark beeinflusst werden. Diese Knospen werden in grösseren Dimensionen ausgebildet und erhalten wie bei *Pandanus* durch Kiele oder Wülste ihre Insertions-

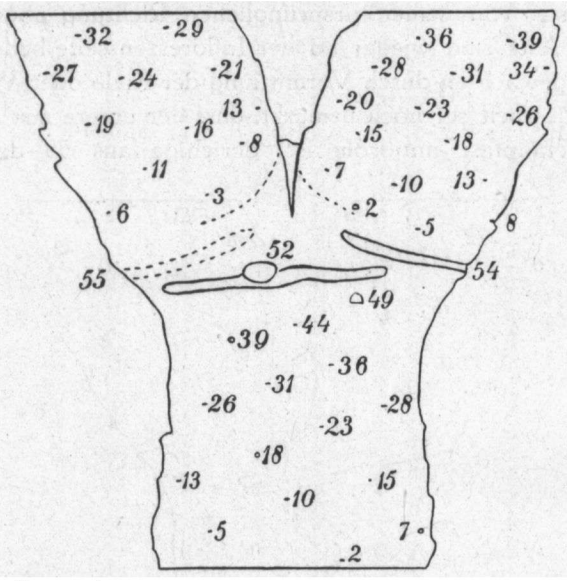

Fig. 5. *Yucca flaccida*, Dasselbe Stammstück von der anderen Seite.

breite. Vorrichtungen um den Infloreszenzstiel zur Seite zu biegen sind nicht vorhanden, sodass ein Sympodium in der üblichen Form nicht ausgebildet werden kann.

II. KAPITEL.

Dracaeneae.

§ 1. Die Verästelung durch dünne Seitenzweige.

Die Verästelung der Dracaeneae findet bei den verschiedenen Arten in zwei verschiedenen Weisen statt. Einerseits finden wir die gewöhnliche, echt monokotyle Verästelungsweise mittelst dicker Seitenzweige, andererseits aber auch eine eher mit der Dikotylenverästelung zu vergleichende Verzweigungsart mit dünnen Zweiglein. Diese Verästelungsweise kann selbstverständlich nur durch das vorhandene Dickenwachstum eine Grundlage zur Ausbildung wirklicher Bäume führen; es ist also sehr merkwürdig dass wir eine solche Verästelung hier vorfinden.

Von Wright ist schon 1901 eine Beschreibung eines reich verästelten Baumes von *Dracaena reflexa* Lam [1]) gegeben worden, wo wir diese dünnen Äste erwähnt finden: „after repeated divisions the thin twigs are terminated by crowded small leaves, usually enclosing an inflorescence" [2]). Diese reichliche Verästelung und die dünnen Zweige, verleihen dem Baum einen entschiedenen dikotyledonischen Habitus: „No one casually seeing the tree at Peradeniya would suppose it to be a monocotyledon" [2]).

---

[1]) H. Wright, Observations on Dracaena reflexa Lam, Annals of the Royal Botanic Gardens, Peradeniya Vol. I, S. 165, 1901.

[2]) l.c. S. 166.

In Buitenzorg habe ich nun 1903 bei mehreren Arten ganz dasselbe Verhalten gefunden und einige nähere Beobachtungen daran anstellen können; die beobachteten Arten waren nach der Bezeichnung des Buitenzorger Gartens [1]) folgende:

Calodracon Jacquini (von der Stelle II C 8), *Cordyline cernua* Planch (II A 65), *C. reflexa* Planch (II C 32), *C. Rumphii* Hort (II A 76), *C. umbraculifera* Retz (II C 47), *C. sp.* Sydney (II C), *Dracaena Cooperi* Hort (II C 54), *D. elliptica* Hort. (II C 6), *D. Thwaitesii* Rgl. (II C 53), *D. sp.* Congo (II C 19), *D. sp.* Port Darwin (II C 9). Bei allen diesen Arten waren die letzten Zweige etwa 2—4 mm im Durchmesser, bisweilen 1½, bisweilen *(C. umbraculifera)* etwa 5 mm. Es versteht sich, dass solche dünnen Äste auch verhältnismässig kleine Blätter tragen; die Blätter waren bei den meisten Arten 10—20 cm lang, nur bei *C. umbraculifera* und *C. Rumphii* war die Blattlänge etwas grösser, 30—40 cm. Durch diese Verhältnisse waren, wie schon Wright bemerkte, diese Bäume oder Sträucher von Dikotylen dem Habitus nach nicht zu unterscheiden, zumal wenn die Blätter ungeachtet ihrer geringen Länge dennoch ziemlich breit waren, wie bei *Calodracon Jacquini, D. elliptica* und *D. Thwaitesii*, wo die Blätter 3—5 cm breit waren bei 10—16 cm Länge.

Wir würden dennoch fehl gehen, wenn wir uns die Stammesbildung dieser *Dracaeneae* ganz nach dem Schema der dikotylen Bäume dächten; einige Beobachtungen an *C. umbraculifera* belehren uns des Gegenteils. Hier war nämlich zu sehen, dass die ersten, aus dem Boden oder aus den Basen der stärkeren Äste hervorsprossenden

---

[1]) Dass diesen Bezeichnungen nicht zu trauen ist, speziell für die *Dracaeneae*, zeigte W. Rothert 1909 deutlich an. (Über die anatomischen Differenzen der Gattungen Dracaena und Cordyline, Bull. du Dép. de l'agricult. aux Indes Néerl. 24, Buitenzorg 1909).

Hauptzweige sofort viel dicker waren und augenscheinlich stärker entwickelte primäre Gewebe hatten. Folgende Zahlen, welche alle in cm gegeben worden sind, liefern von dieser Verschiedenheit ein deutliches Bild.

Cordyline umbraculifera aus 's Lands Plantentuin in Buitenzorg.	Hauptspross.		Seitenast 2. oder 3. Ordnung.		
	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Länge des unbeblätterten Teiles	53	35	2	9	45
Länge des beblätterten Teiles	110	90	2	7	6
Länge der Blätter (im Mittel aus 3 Bestimmungen	59	56	25	29	23
Durchmesser des Sprosses gleich unterhalb der Blätter.	2.5	2.2	0.4	0.6	0.5

Die beiden gemessenen Hauptsprosse haben also bedeutend mehr und bedeutend grössere Blätter, ausserdem sind die Sprosse selber viel dicker. Diese Hauptsprosse, welche in mancher Hinsicht Wasserreisern ähnlich sind, bleiben bis hoch hinauf gleich kräftig; sie verästeln sich durch dünnere Seitenäste, welche wieder eine grosse Zahl von dünneren Zweigen zweiter und dritter Ordnung hervorbringen.

Die näheren Verhältnisse dieser interessanten Dikotylenähnlichen Verzweigung habe ich nicht untersucht; ich kann davon nur angeben, dass die Verästelung durch die Entwickelung von Achselknospen stattfindet und zwar meistens nachdem der Tragast eine Infloreszenz ausgebildet hat. Letzteres ist jedoch nicht ausnahmslos der Fall; auch ohne Blütenbildung kann ein Zweig sich verästeln.

Dass die Seitenzweige aus Achselknospen hervorgehen, wird durch Fig. 6*a* erläutert; wir sehen dort von einer der genannten Arten einen Ast mit Seitenast abgebildet. Die Blattnarben und die Achselknospen sind angedeutet; in Fig. 6*b* ist die ganze Blattspirale nach dem kurzen Wege eingetragen worden mit Andeutung der Mitten

der Blattnarben. Daraus ist ersichtlich dass der Seitenspross aus der Achsel des 10. Blattes stammt, und dass der Spross mit einem adossierten Vorblatt angefangen hat.

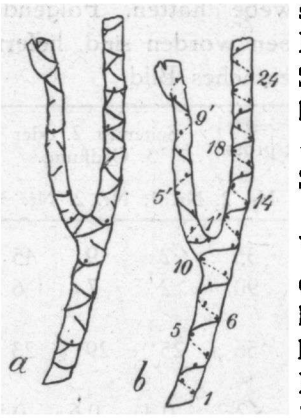

Fig. 6. *Dracaena sp.* Port Darwin (ex. Herb. Gron.) *a.* Ast mit Seitenast; Blattnarben und Achselknospen sind angegeben worden. $^2/_3$ nat. Gr. *b.* Blattspirale desselben Stückes mit Andeutung und Bezifferung der Mitten der Blattnarben.

§ 2. Verästelung durch dicke Seitenäste.

A. Der Aufbau der Knospen. Von den Arten, welche sich durch dicke Äste verzweigen, habe ich hauptsächlich *Dracaena nutans* hort. untersucht, und zwar dasselbe Exemplar, das mir schon mehrfach Untersuchungsmaterial geliefert hat [1]). Von diesem etwa 5 m hohen Exemplar mit mehreren Ästen habe ich zwei verschiedene verzweigte Äste zur Untersuchung erhalten und so die wichtigsten Stadien des Verästelungsprozesses beobachten können.

Die Blätter dieser *Dracaena nutans* besitzen alle eine Achselknospe welche bei den nicht an Verästelungsstellen angrenzenden Blättern wieder ganz wie bei *Yucca* sehr klein sind, nämlich gut 1 mm. Der Bau dieser Knospen ist aber ganz anders wie derjenige der meisten gewöhnlichen Knospen, indem sie in die Rinde eingesenkt sind. Dieses Verhalten ist schon von Lindinger angedeutet [2]) und Velenovský naher beschrieben worden [3]), ich werde

[1]) Vgl. Über Zellteilungsvorgänge im Cambium, Verh. k. Akad. v. Wet. Amsterdam, 2. Sect. 9. No. 4, 1902, auf S. 49; Die Stammesbildung der Monokotylen. Flora 92, 1903 auf S. 42—45.

[2]) L. Lindinger, l.c. in der Fussnote auf S. 213.

[3]) Velenovský, Vergleichende Morphologie der Pflanzen, IV (Supplement) Prag. 1913; auf S. 109.

dasselbe hier aber noch etwas ausführlicher beschreiben. Von aussen betrachtet ist eine, noch nicht durch Korkbildung weniger deutlich gemachte Knospe, etwa eine longitudinal gerichtete Ellipse, welche sich aber nicht über die Stammesoberfläche erhebt, sondern damit in einer Ebene liegt. Wie bei der von Velenovský abgebildeten Art *Dracaena Draco*, ist der untere Teil der Ellipse nicht einmal sichtbar, indem dieser Teil sich unter der Insertion des Blattes einschiebt und sich so der Beobachtung entzieht. In Fig. 7 ist eine Serie dicker Querschnitte durch eine solche Knospe von *D. nutans* wiedergegeben worden; die Schnitte wurden quer zur Hauptachse mittelst eines Handmikrotoms dargestellt. Weil die Schnittdicke 50 μ war, und die Knospe in 24 Schnitten wiederzufinden war, war die Knospe somit 1,2 mm hoch.

Zur Erklärung der Figur sei bemerkt, dass 1 der höchste, 24 der niedrigste Schnitt ist, und dass in allen 24 Bildern die Orientierung so ist, dass das Zentrum des Stammes links liegt, und zwar jedesmal in 16 cm Entfernung (1.6 cm im Präparat). Betrachten wir nun zunächst der Deutlichkeit halber das 4. Bild, so besteht das aus einer kurzen einfachen Linie links und einer langgezogenen in sich geschlossenen Linie rechts. Der von dieser Linie umgebene Raum ist freier Raum, nicht von Gewebe eingenommen; rechts davon befindet sich das Gewebe des Tragblattes, links davon befinden sich der Stamm und die Knospe. Von dieser Knospe ist hier allerdings nur ein einziges Blatt, das Vorblatt zu sehen; die morphologische Unten- oder Rückenseite dieses Blattes grenzt dem eben genannten freien Raum an, und ist dort durch zwei untiefe Einschnitte des Gewebes abgegrenzt, die morphologische Oberseite dieses Vorblattes befindet sich bei der kurzen Linie rechts. Diese als einfache Linie angedeutete Stelle war im Präparat als eine doppelte Epidermis zu erkennen; eigentlich stellt diese Linie also einen schmalen ringsum

von Epidermis bekleideten Spalt vor. Die beiden Seitenränder des Vorblattes gehen ungemerkt in das Stammesgewebe über: wir haben hier Teile der Insertion des

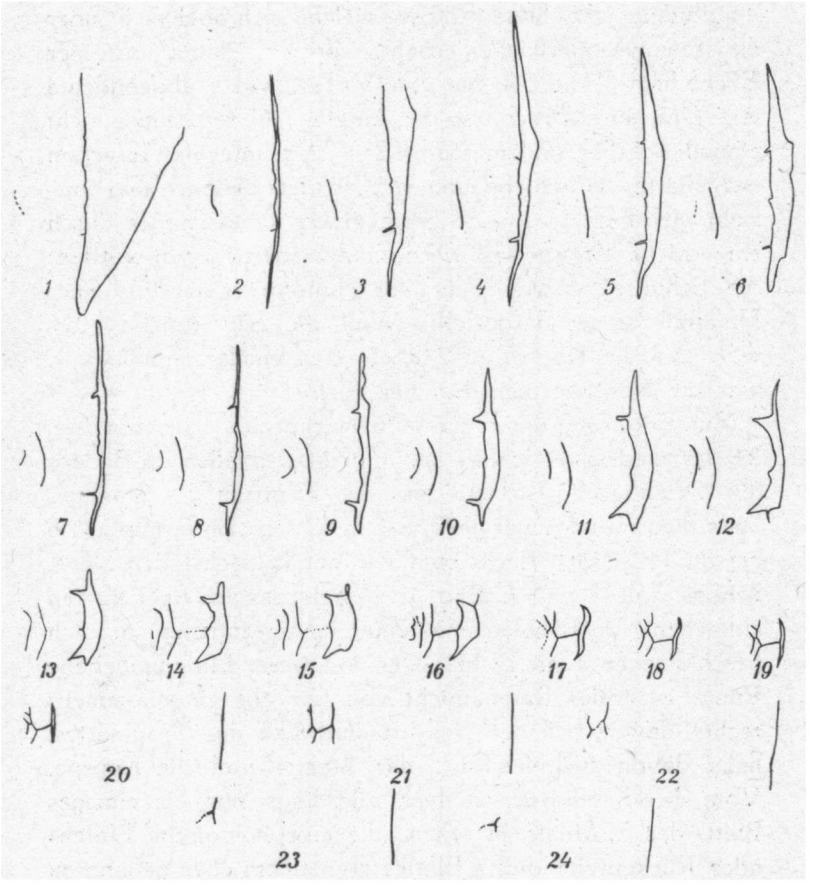

Fig. 7. *Dracaena nutans*. Serie von 24 Querschnitten durch eine nicht ausgetriebene Knospe, in 10-facher Vergr., 1 höchster, 24 niedrigster Schnitt.

stengelumfassenden ersten Blattes der Knospe. In den drei ersten Bildern sehen wir fast dasselbe, nur ist der Axil-

larraum zwischen Tragblatt und Stamm hier nicht ganz gezeichnet und weicht das Tragblatt in 1 infolge eines Schnittenfehlers ab. Die morphologische Oberseite des Vorblattes ist hier nur als punktierte Linie angedeutet, um wiederzugeben dass hier die doppelte Epidermis nicht mehr deutlich war, die Trennung der Teile vielmehr in dem dicken Schnitt nur teilweise vorhanden war und aus den tieferen Schichten des Schnittes durchschimmerte. Hier ist somit die Mediane der Insertion des Vorblattes zu suchen.

Wenn wir die Reihe der Bilder nun von 4 ab nach der anderen Seite verfolgen, so sehen wir in 6 eine neue Trennungslinie durchschimmern, die in 7 vollständig wird; innerhalb des Vorblattes ist hier ein Teil eines zweiten Blattes zu sehen. Die beiden untiefen Einschnitte, welche äusserlich die Grenze des Vorblattes markieren, sind in allen Bildern deutlich zu erkennen, der Axillarhohlraum wird allmählich kürzer und kürzer. In dem 13. Schnitt sind die ersten Anzeichen einer Teilung des Vorblattes in zwei Hälften zu erkennen, in 16 ist diese Teilung vollzogen, sie dauert bis an den 21. Schnitt, also über 300 μ, an. Gleichzeitig mit dem Auftreten dieser Öffnung des Vorblattes sehen wir die Zahl der weiteren Knospenblätter sich vermehren; in diesen Höhen wird auch der Vegetationskegel der Knospe gelagert gewesen sein müssen.

In den fünf letzten Bildern ist jedesmal rechts von der eigentlichen Knospe die Dicke des Tragblattes angegeben, indem die (morphologisch untere) Epidermis des Blattes durch eine Linie angedeutet worden ist. Der Axillarraum ist im 20. Bild nur noch ein schmaler Spalt, in den weiteren Bildern nimmt auch dieser noch ab, sodass im 24. Schnitt der Hohlraum zugleich mit den letzten Spuren der Knospe schwindet.

Wenn wir dasjenige, was diese Schnittserie uns lehrt, zusammenfassen, so ist also das Tragblatt der Knospe in

seiner Medianebene tiefer am Stamme inseriert als rechts und links davon. In der dadurch entstandenen sackartigen Aushöhlung zwischen Tragblatt und Achse liegt die Knospe teilweise verborgen; diese Knospe ist weiter im Stamm ganz versenkt, sodass die untere Epidermis des Vorblattes mit der Stammesoberfläche in einer Ebene liegt. Das Vorblatt ist ungeachtet dieser besonderen Lage dennoch normal adossiert; seine umfassende Insertion umspannt das flache Blatt wie ein Kranz das Rad. Der Gipfel dieses Blattes ist zweifelsohne an dem oberen Ende des Spaltes in diesem Blatte zu suchen, also etwa in dem 15. oder 16. Bild. Die Stellung der weiteren Blätter ist aus diesen dicken Schnitten nicht gut zu ermitteln; dazu wäre eine durch Paraffineinbettung erhaltene Serie von 10 oder 5 μ dicken Schnitten erforderlich gewesen.

Jedenfalls haben wir hier die von Lindinger gefundene Tatsache, dass normale exogene Achselknospen mit adossiertem Vorblatt vorliegen, völlig bestätigt; dasselbe Resultat kann ich nun noch von mehreren anderen *Dracaeneae* mitteilen. Bei einem lebendigen Exemplar von *Cordyline rubra*, dessen Stamm 1 cm Durchmesser hatte, waren etwa $^{3}/_{4}$ mm grosse Knospen zu beobachten, wenn der kleine Rest des abgefallenen Blattes abgetragen wurde; von diesen Knospen war bei äusserer Betrachtung schon das genau so wie bei *Dracaena nutans* versenkte Vorblatt zu erkennen. Ahnlicherweise waren exogene Knospen mit adossiertem Vorblatt zu beobachten an dem Herbarmaterial der folgenden in Buitenzorg gesammelten Arten: *Calodracon Jacquini*, *Cordyline umbraculifera*, *C. sp.* Sydney, *Dracaena Cooperi*, *D. elliptica*, *D. Thwaitesii* und *D. sp.* Port Darwin. Immer war das Vorblatt als eine bald kürzere, bald mehr langgezogene Ellipse mit einer Öffnung im unteren Teil zu erkennen.

Wenn wir nun zur Untersuchung unserer eigentlichen Frage übergehen, wie diese Pflanzen, deren ruhende

Knospen so winzig sind, sich dennoch regelmässig verästeln können, so können wir zunächst bemerken, dass ganz wie bei *Yucca* die Umbildung der Endknospe des Stammes in eine Infloreszenz einen hochgradigen Einfluss auf die Ausbildung einer oder einiger wenigen Achselknospen unterhalb der Infloreszenz ausübt. In Fig. 8 ist der entblätterte Gipfel eines blühenden Sprosses von *Dracaena Haageana*, von zwei Seiten gezeichnet, dargestellt worden. Wir sehen deutlich am Grunde des Blütenschaftes eine grosse, nicht in die Stammesoberfläche versenkte Knospe; diese Knospe hat augenscheinlich eine breite und grosse Insertion. In der Achsel der zweiten Blattnarbe (von unten ab gerechnet) ist dagegen eine der gewöhnlichen kleinen ruhenden Knospen zu erkennen; diese Knospe ist wieder in die Stammesoberfläche versenkt. Die grosse Achselknospe oben muss also schon bei ihrer Anlage so beeinflusst worden sein, dass ihre Insertion bedeutend grösser ausgebildet wurde, als bei den anderen Knospen; sonst hätte sie die beobachteten Dimensionen nie erreichen können.

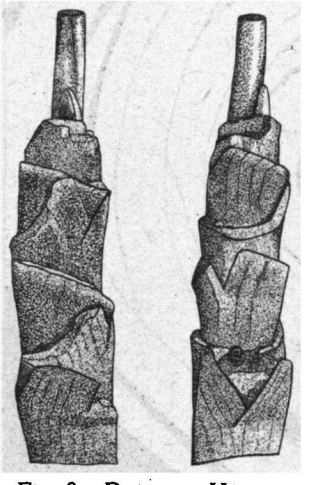

Fig. 8. *Dracaena Haageana*. Sprossgipfel mit Infloreszenz und junger Seitenspross in 1,8 facher Vergr., von zwei Seiten.

Für die nähere Untersuchung dieser Verhältnisse war es natürlich erwünscht solche Stadien beobachten zu können, wo die Infloreszenz sich innerhalb der grossen Endknospe gerade ausgebildet hatte. Ich bin nun so glücklich gewesen innerhalb einer Endknospe von *Dracaena nutans*, wo äusserlich von Blütenbildung nichts zu erkennen war, eine neugebildete Infloreszenz zu finden. Diese

Infloreszenz war an ihrer Insertion 4 mm im Durchmesser, während die blühenden Infloreszenzen eine Insertion von 12 bis 13 mm Durchmesser haben; 5 mm oberhalb der Insertion war der dort schon mit Knospen reichbesetzte Blütenschaft nur noch 0,6 mm. Eine solche kleine Infloreszenz würde also noch längere Zeit sich weiterzuent-

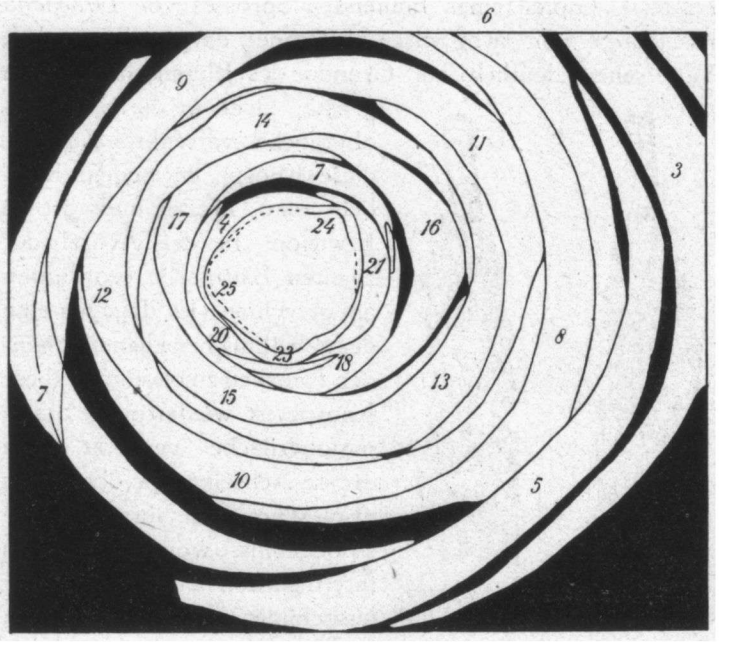

Fig. 9. *Dracaena nutans*, Querschnitt eines Sprosses mit junger Infloreszenz. Vergr. 5 ×. Die Blattquerschnitte und die Infloreszenz sind weiss gehalten. Die beiden höchsten Blätter sind durch ihre höhere Insertion teilweise an der Infloreszenz verbunden geblieben. Durch ein Versehen ist Blatt 19 als 7 und Blatt 22 als 4 beziffert worden.

wickeln gebraucht haben, ehe sie äusserlich sichtbar werden würde.

Der ganze Vegetationskegel mit dieser Infloreszenz wurde in Zelloidin eingebettet und mittelst Handmikrotom in einer Serie von Querschnitten zerlegt; die Schnittdicke

variierte zwischen 70 und 90 μ. Die Schnitte wurden von oben nach unten beziffert als 1—79. Fig. 9 gibt uns ein Bild von Schnitt 50; wir sehen hier die Querschnitte durch den Blütenschaft und durch einen Teil der umringenden Blätter; ringsumher sind noch mehr Blätter vorhanden gewesen, indem die ganze Knospe gut 2 cm Durchmesser hatte. Die Blätter sind als 1—25 bezeichnet, sie stehen deutlich in einer Blattstellung der Hauptreihe, wahrscheinlich 3 + 5.

Wenn wir nun die successiven weiteren Schnitte durchmustern, so muss in diesen niedriger geführten Schnitten die Insertion aller dieser Blätter vorhanden sein, mitsamt den Anlagen der dazugehörigen Achselknospen. Es war nun aber sehr eigentümlich, dass bei einer ersten Betrachtung diese Achselknospen ganz zu fehlen schienen. Die Blätter schliessen alle mit ihren Basen aneinander ganz enge an, wie Fig. 9 schon erkennen lässt; wenn man nun die Schnittserie nach unten zu verfolgt, so findet man nirgendwo ein Auseinanderweichen der angrenzenden Blätter; somit keine Stelle wo man die freie Internodiumfläche finden könnte, welche für die Bildung der Achselknospen notwendig wäre. Der Spalt zwischen zweien Blattbasen hört vielmehr nach unten ohne Erweiterung plötzlich auf. Nur bei zwei Blättern, den Nummern 22 und 23 der Fig. 9 war ein solches Auseinanderweichen vorhanden; eine grosse Axillarknospe war dort vorhanden. Dieses waren aber augenscheinlich die beiden durch die Blütenbildung besonders geförderten Knospen; von diesen Knospen werde ich weiter unten handeln. Es war aber klar, dass die klein bleibenden Achselknospen der anderen Blätter ebenfalls vorhanden sein mussten, und bei näherer Untersuchung wurden sie auch gefunden.

Wenn man die Schnittserie nach unten zu verfolgte, so trat sofort nach Nr. 50 das Schwinden der Grenzen zwischen einzelnen Blattbasen auf, sodass augenscheinlich

die Insertion der Blätter dort erreicht war. Weil die Schnittführung nicht genau senkrecht zur Achse war, so trat dieses Schwinden der Grenzen nicht regelmässig an allen Seiten zugleich ein; es war jedoch klar, dass die äussersten Blätter und die innersten, die Infloreszenz umgebenden Blätter, am tiefsten inseriert standen, während die dazwischen gelegenen Blätter etwas höher inseriert waren. Dieses entspricht ganz der bekannten an der Spitze eingesenkten Form des Vegetationskegels, welche wir bei den Monokotylen so oft vorfinden. Die Grenze zwischen zwei Blättern blieb aber jedesmal am längsten an einer Stelle vorhanden, nämlich in der Gegend der Medianebene des äusseren Blattes des Blattpaares; hier fand sich eine bisweilen durch mehrere Schnitte zu verfolgende sackartige Einsenkung der mit Epidermis bekleideten Oberfläche. In diesen Gegenden, wo der Schnitt sonst schon ganz einheitlich aussah, und nur noch die Anordnung der Fibrovasalstränge im Rindengewebe des Stammes die Stellung der Blätter erkennen liess, fanden sich nun die Knospen bei den schmalen erwähnten Spalten. Und zwar merkwürdigerweise nicht auf dem Boden des Spaltes, sondern an der dem Vegetationspunkt zugekehrten Seite des Spaltes; also auf den ersten Blick anscheinend in das nächsthöhere angrenzende Blatt.

In Fig. 10 ist von einem der äussersten Blätter, Blatt 2, die Knospe aus vier Schnitten gezeichnet worden; das Zentrum des Stammes ist bei jeder der vier Knospenschnitte in 8 cm Entfernung links zu denken. In 65 ist der offene Spalt schon ziemlich kurz geworden, links davon ist von der Knospe nur in soweit eine Andeutung vorhanden, dass hier ein protoplasmareicheres Gewebe vorhanden ist, dessen Umkreis in der Figur durch Punktierung hervorgehoben worden ist. In Schnitt 66 fehlte der betreffende Teil; in 67 war der Spalt noch bedeutend kürzer. In 68 war der Sachverhalt fast ungeändert, in 69

war der Spalt nahezu geschwunden: wir sehen hier dagegen, dass in der Knospe sich ein durch Epidermis bekleideter Hohlraum anzeigt, der nicht anders gedeutet werden kann als entstanden durch das Vorhandensein eines Vegetationskegels ganz links und eines aus zwei Teilen bestehenden ersten Blattes der Knospe. Vergleichen wir Fig. 10 nun mit Fig. 4, so ist die prinzipielle Übereinstimmung nicht zu verkennen. Die Knospe bildet sich wie dort anscheinend in der Basis des nächsthöheren Blattes; in Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, sondern liegt die Knospe unterhalb der Insertion des höheren Blattes in dem Stengelglied. Das adossierte Vorblatt liegt in beiden Fällen in derselben Lage; es liegt ganz in die Stammesoberfläche eingesenkt und öffnet sich unten. Dass in diesen dicken Schnitten, durch eine so winzige Knospe, nicht alle Details hervortreten, ist selbstredend; die gegebenen Bilder stellen aber die Übereinstimmung mit den Verhältnissen von Fig. 7 ausser Abrede.

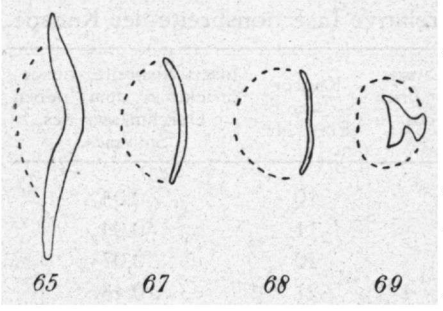

Fig. 10. *Dracaena nutans.* Nicht ausgetriebene Achselknospe in vier Querschnitten. Vergr. 37 ×.

Die hier beschriebene Knospe von Blatt 2 war nun noch eine der grössten, indem die mehr nach innen gelagerten Blätter naturgemäss noch kleinere Knospen hatten; die Knospen waren von denjenigen von Blatt 7 an nur noch in zwei oder in einem Schnitt zu erkennen; der nähere Bau der Knospen war natürlich dabei nicht mehr zu beobachten.

Wie gesagt, machten die Knospen der Blätter 21 und 22 davon wieder eine Ausnahme, indem diese Knospen unverhältnismässig viel grösser waren.

Um dies etwas genauer vergleichen zu können, habe ich von denjenigen Knospen von denen die Breite, d. h. der tangentiale Durchmesser in Bezug auf den Stamm, gut zu erkennen war, diese Breite gemessen und durch den jeweiligen Abstand der Knospe vom Zentrum des Stammes dividiert; der gefundene Quotient ist natürlich ein gutes Mass für die relative Insertionsbreite der Knospe.

Knospe von Blatt Nr.	Insertionsbreite, ausgedrückt in dem halben Durchmesser des Stammes.	Knospe von Blatt Nr.	Insertionsbreite, ausgedrückt in dem halben Durchmesser des Stammes.
3	0,04	10	0,04
5	0,07	11	0,04
7	0,05	20	0,07
8	0,04	21	0,48
9	0,05	22	0,97

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die meisten Knospen dieselbe relative Insertionsbreite von 0,04 bis 0,07 Stammesradius haben; dieses Verhältnis finden wir auch später wieder. An einem der schwächeren Äste von 3,2 cm Durchmesser fand ich die Insertionsbreite der Knospen etwa 1 mm; auf 1,6 cm Radius ist dies $^1/_{16}$ = 0,06. Die Knospen 21 und 22 haben dagegen eine Insertionsbreite von etwa $^1/_2$ bezw. 1 Radius, dies ist $^1/_{12}$ bis $^1/_6$-umfassend. Für ein erfolgreiches Austreiben der Knospen ist aber wenigstens eine halbumfassende Insertion erforderlich; wir werden später sehen dass durch die Bildung der Wülste diese Verbreiterung der Insertion erreicht wird.

Wie sehen diese grossen Knospen in diesen jugendlichen Stadien aus? Dafür gebe ich Fig. 11, in welcher 8 Bilder der Knospe 22 gegeben worden sind, aus den Schnitten 66—73. Die Knospe ist in den Schnitten in der nämlichen Orientierung gezeichnet worden wie die in der Fig. 7 und 10 gezeichneten ruhenden Knospen, indem die Hauptachse sich links von der Knospe befindet; dennoch sind die

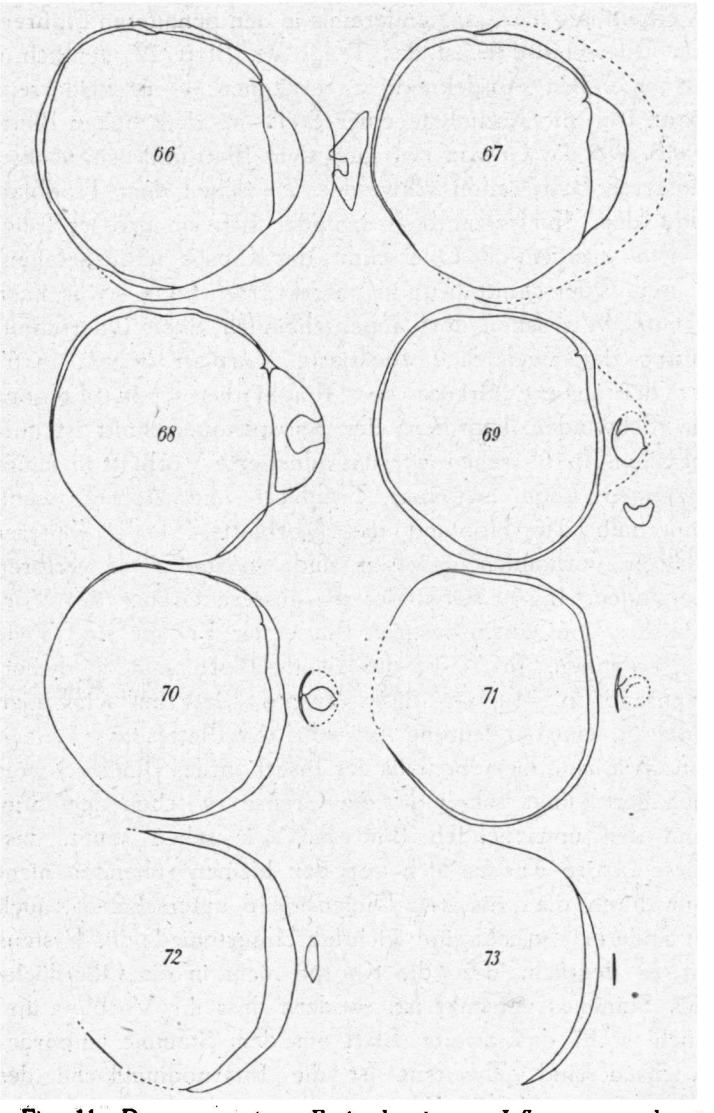

Fig. 11. *Dracaena nutans.* Basis der jungen Infloreszenz und austreibende Achselknospe in acht Querschnitten; Vergr. 8 ×.

Verhältnisse hier ganz andere als in den genannten Figuren. Im Querschnitt 66 ist das Tragblatt, Blatt 22, deutlich in seiner vollen Ausdehnung zu erkennen; es ist beiderseits ganz frei mit Ausnahme einer Stelle an dem linken Blattrand, wo die Grenze zwischen dem Blatt und dem nächstäusseren Blatt schon schwindet. Zwischen dem Tragblatt und dem Infloreszenzstiel befindet sich ein grosser freier Raum, aus dem der Querschnitt der Knospe herausgefallen; dieser Querschnitt liegt in umgekehrter Lage etwas nach rechts. Wir sehen dort augenscheinlich einen Querschnitt durch das zweikielige adossierte Vorblatt liegen. In 67 ist die äussere Grenze des Tragblattes schon fast ganz im Schwinden begriffen; der Knospenquerschnitt ist ausgefallen. In 68 sehen wir das adossierte Vorblatt in seiner richtigen Lage zwischen Tragblatt und Achse; wenn innerhalb der Höhlung des Vorblattes Teile weiterer Blätter vorhanden gewesen sind, so sind diese verloren gegangen. In 69 schwindet die äussere Grenze des Vorblattes: von einem zweiten Blatte der Knospe sind Teile zu erkennen. In 70 ist das zweite Blatt noch deutlicher, während in 71, wo dieses zweite Blatt zu schwinden anfängt, eine Andeutung eines dritten Blattes zu erkennen ist. Wir sind hier ebenfalls der Insertion des Blütenschaftes genähert; links schwindet die Grenze zwischen dem Stiel und den umringenden Blättern. Wir sehen somit, dass diese grosse Knospe sich von den kleinen ruhenden nicht nur durch die grösseren Dimensionen unterscheidet; auch in anderer Hinsicht sind wichtige Unterschiede da. Erstens ist es deutlich, dass die Knospe nicht in die Oberfläche des Stammes versenkt ist, sondern dass ihr Vorblatt und auch wohl das zweite Blatt aus dem Stamme emporgewachsen sind. Zweitens ist die Internodiumfläche des Stammes, auf der die Knospe inseriert ist, anders orientiert. Bei den ruhenden Knospen ist die Internodiumfläche eine Verlängerung nach unten der Aussenfläche des nächst-

höheren Blattes, die Blätter liegen einander überall nahe an. Hier steht die Internodiumfläche senkrecht zu den Blattbasen; zwischen den Blättern ist ein bedeutender Hohlraum vorhanden, in den sich die auswachsende Knospe einschiebt.

Durch diese anderen Verhältnisse ist auch die Form des Vorblattes eine ganz andere geworden; nur die Stellung des Vorblattes ist nach wie vor die adossierte geblieben.

B. Das Austreiben.

Wir haben nun zu untersuchen, wie die hier beschriebenen grossen Knospen weiter sich entwickeln zu grossen Seitenästen. Dazu betrachten wir die beiden Figuren 12 und 13, welche nach einem lebendigen Ast unseres Baumes gezeichnet worden sind. Wir erkennen dort den Infloreszenzstiel als eine nackte, runde Achse; das erste kleine Blatt dieser Infloreszenz war an dem Objekt erst in 27 cm Höhe zu bemerken. Rechts von diesem Schaft sitzt eine ziemlich grosse Knospe, die Knospe ist aber eingegangen. Sie zeigt noch ein zweikieliges Vorblatt; wir haben hier eine unter dem Einflüss der Blütenbildung anfangs stark geförderte und emporgewachsene Knospe. Hinter dem Stiel ist eine zu einem dicken Ast ausgetriebene Knospe mit vielen Blättern zu erkennen. Sie wendet dem Stiel ein zweikieliges Vorblatt zu, dessen beide Kiele deutlich

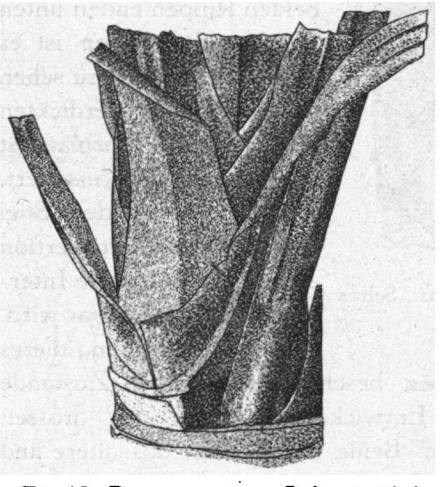

Fig. 12. *Dracaena nutans.* Sich entwickelndes Sympodium. $^2/_3$ nat. Gr.

zu erkennen sind. Wir sehen sie schon ganz oben an dem Vorblatt, wo es uns seine Oberseite zuwendet, als zwei seichte Gruben; an der Untenseite sind die Kiele als ziemlich dicke Rippen ausgebildet. Die Rippen sind jedoch bedeutend kleiner als die analogen Bildungen von *Pandanus*, auch sind sie viel trockener, weniger fleischig ausgebildet. Die beiden Rippen enden unten — von der linken ist es in Fig 12 deutlich zu sehen — in einem verdickten Höcker. Das Vorblatt ist ziemlich hoch inseriert, sodass zwischen dem Stiel und der Vorblattinsertion eine deutliche grosse Internodiumfläche sichtbar wird.

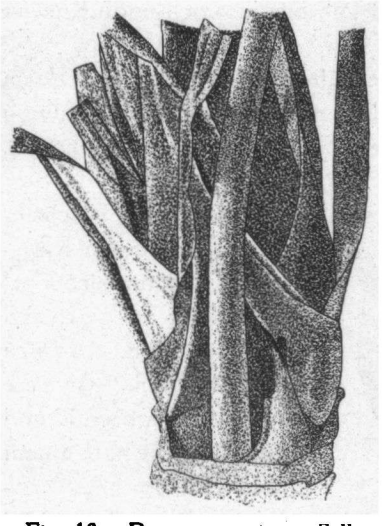

Fig. 13. *Dracaena nutans.* Selbes Stück, etwas gedreht.

Die Vergleichung dieses Objektes mit dem oben beschriebenen jungen Zustande kann uns nun den Entwickelungsverlauf der grossen Knospen kennen lernen. Beide Sympodien, das ältere und das jüngere, haben zufälligerweise dieselbe Blattstellung mit einer links gewundenen Einerzeile. Bei dem jüngsten Ast waren zwei grössere Knospen bei zwei aufeinanderfolgenden Blättern vorhanden, von denen das höchstgestellte Blatt die grösste Knospe hatte; hier sind die beiden Knospen ebenfalls in den Achseln zweier aufeinanderfolgender Blätter gestellt und ist ebenfalls die ausgetriebene Knospe die höchstgestellte. Beiden Objekte sind somit gut vergleichbar. Der grösste Unterschied zwischen den beiden Stadien ist nun, dass bei Fig. 11 die Knospe nur etwa $^1/_6$ umfassend war, während in Fig. 12 und 13 deutlich

zu sehen ist, dass in Bezug auf den Infloreszenzstiel die Seitenachse etwa halbumfassend sein muss. Dieser Unterschied ist nun zu erklären aus den Wachstumsvorgängen welche mit der Wülstenbildung zusammenhängen. An unserem älteren Objekt finden sich, wie auch in Fig. 12 wohl zu erkennen ist, unterhalb der beiden Kiele des Vorblattes ziemlich deutliche Kanten an dem dort vorhandenen Internodium; diese Kanten laufen etwa vertikal. Augenscheinlich sind diese Kanten die letzten Anzeichen von den beiden Wülsten welche in der Jugend sich von den Kielen des Vorblattes beiderseits erstreckt haben, ganz wie wir das bei *Pandanus* früher gefunden haben. Diese Wülste erstrecken sich aber nicht soweit als dort; war dort die Knospe durch die Wülste $^3/_4$ umfassend, hier ist sie nur etwa halbumfassend geworden; die beiden Wülste nähern sich um den Stiel herum bei *Pandanus* sehr bedeutend, hier dagegen gar nicht.

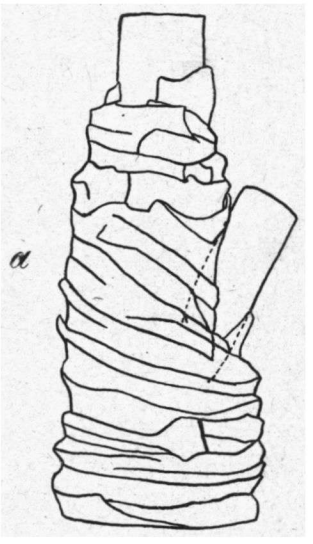

Fig. 14. *Dracaena nutans.* Junges Sympodium. $^2/_3$ nat. Gr. *a* ungefähre Lage der Insertion des Tragblattes.

Ist die Sympodiumbildung bei *Dracaena* also nicht so volkommen eingerichtet wie bei *Pandanus*, so können wir doch andererseits an dem Objekt von Fig. 12 und 13 schon erkennen, dass die Bildung auf einer höheren Stufe steht als diejenige von *Yucca*. Wir sehen nämlich deutlich dass der Infloreszenzstiel schon anfängt zur Seite gedrängt zu werden. Deutlicher ist dieses noch in Fig. 14, die ein nur wenig älteres Stadium abbildet. Von diesem Ast sind alle Blätter abgetrennt worden, was in unregelmässiger Weise

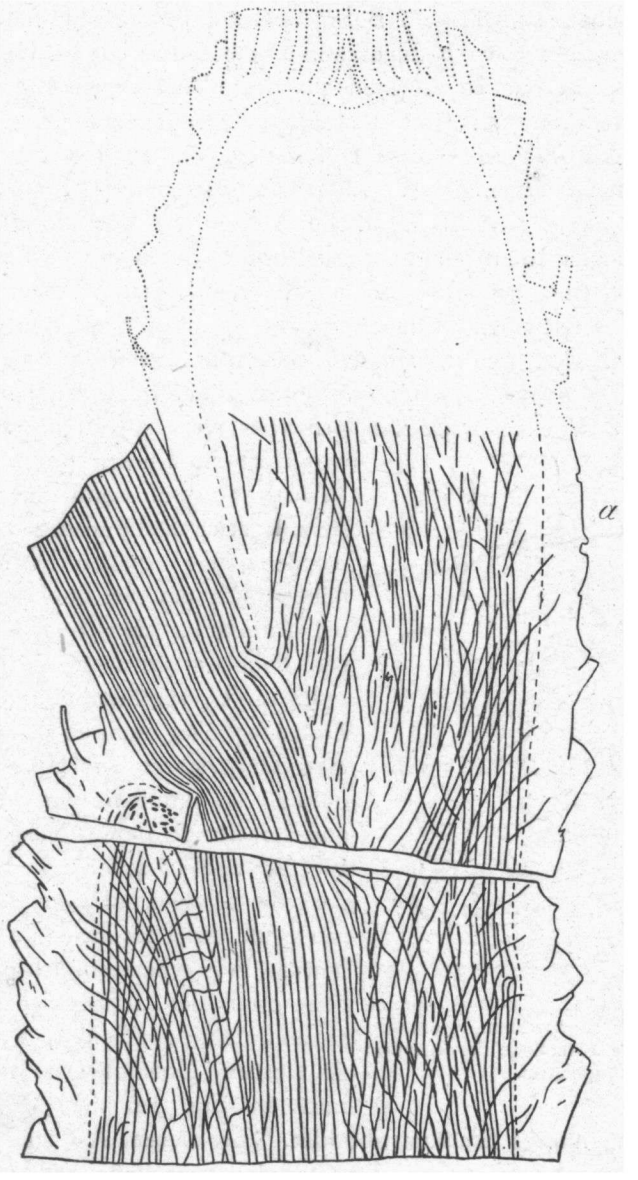

Fig. 15. *Dracaena nutans.* Längsschnitt durch das Objekt von Fig. 14, in 1,6 facher Vergr. *a* ungefähre Lage der Insertion des Tragblattes.

geschehen ist, weil die lebendigen Blätter sich nicht leicht ablösen. Wir sehen deutlich wie der Seitenast sich in die Verlängerung der Hauptachse gestellt hat und den Stiel zur Seite geworfen hat.

Schneiden wir dieses Stück längs durch und fertigen uns einen dicken Längsschnitt davon an, so erkennen wir aus dem Fibrovasalsträngverlauf (Fig. 15), dass die ganze Knospe ohne Hilfe von sekundären Geweben sich der Hauptachse angeschlossen hat. Die auf den Infloreszenzstiel ausgeübten Kräfte sind auch hier deutlich aus dem Strängverlauf bei der Stielinsertion zu erkennen.

Aus Fig. 14 ist weiter noch zu erkennen, dass die letzten Internodien der Hauptachse unterhalb der Infloreszenz an der Tragblattseite stark emporgewachsen sind; dieses hat es der Seitenachse erleichtert sich über den Infloreszenzstiel hin auszubreiten und hat natürlich ebenfalls dazu beigetragen den Infloreszenzstiel schief zu stellen. In der Fig. 15 ist, wie in Figur 14, die Stelle, wo das Tragblatt der Knospe inseriert gewesen sein wird, durch den Buchstaben *a* angedeutet worden; diese Stelle liegt bedeutend höher als die Stielinsertion.

Ganz dasselbe haben wir übrigens früher auch schon bei *Pandanus* gefunden. Die Seitenachse muss dann wieder, um die erforderliche Richtung einzunehmen, an der gegenüberliegenden Seite stärker wachsen; die Internodien der Seitenachse sind daher an der Stielseite höher als an der Tragblattseite. Eine horizontale Stellung der Blattinsertionen des Seitenastes wird augenscheinlich erst spät wieder erreicht.

Die beiden untersuchten Äste zeigten auch einige ältere Verästelungsstellen, wo die Blätter schon abgefallen waren und die nackte Stammesoberfläche somit zum Vorschein trat; zwei dieser Fälle waren Sympodien, mit je einem Seitenast, zwei hatten zwei entwickelte Seitenäste. Obwohl die Blattnarben und die ruhenden Knospen hier nicht alle

mehr zu erkennen waren, sodass eine völlige Erkenntnis der morphologischen Verhältnisse nicht mehr zu erreichen war, so bot die äussere Form der Stücke natürlich alle Anhaltspunkte um die mechanische Güte der Verästelung beurteilen zu können.

Derjenige Fall wo sich zwei annähernd gleiche Seitenäste entwickelt hatten war, nach diesem Gesichtspunkt hin beurteilt, als ganz vollendet zu betrachten, die Form war ganz wie bei den zweiästigen Stücken von *Pandanus* [1]), sodass ich hier auf eine Abbildung verzichten kann.

Derjenige schwierigere Fall, wo nur ein Seitenast sich entwickelt, war der Pflanze nicht ganz so gut gelungen wie es *Pandanus* in den entsprechenden Fällen gelingt [2]), obschon der Unterschied nicht sehr erheblich ist. Wir erkannten aber oben schon, dass die beiden Kiele sich um den Stiel herum bei *Pandanus* mehr nähern als hier; dementsprechend ist die Stielseite des Sympodiums bei *Pandanus* etwas besser geformt als hier. Fig. 16 gibt uns eines der Sympodien in Vorderansicht; S ist darin der fast ganz geschwundene Blütenstielrest, K ist die Insertion der hier besonders grossen nicht gelungenen Knospe, B ist die untere Grenze wo die Blätter des Seitenastes anfangen. Fig. 17 gibt uns dann zwei Seitenansichten desselben Stückes; obwohl es nur Umrisszeichnungen sind, so lassen diese die Tatsache doch wohl erkennen, dass an der Stielseite eine relativ minderwertige Stelle existiert.

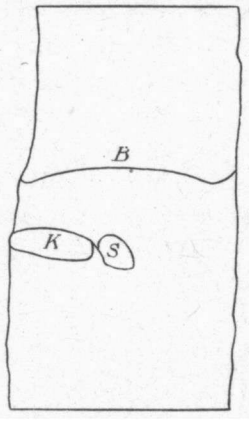

Fig. 16. *Dracaena nutans.* Altes Sympodium in Vorderansicht, in $^1/_2$ nat. Gr. B = Insertion des Vorblattes, K = Knospe, S = Rest des Blütenstiels.

[1]) l.c. Fig. 25.

[2]) l.c. Fig. 18 und 24.

Vollständigkeitshalber sei hier schliesslich noch bemerkt, dass die Blattstellung der Seitenäste ohne erkennbare Regel den Hauptästen bald homodrom, bald antidrom ist; von drei Fällen wo sich nur ein einziger Seitenast entwickelt hatte, war in zwei der Seitenast antidrom, der dritte war homodrom, von zwei Fällen wo sich zwei Seitenäste entwickelt hatten, waren in dem einem Fall beide Äste antidrom, in dem anderen beide homodrom.

Die Verästelung der dickästigen *Dracaeneae* ist also nach unseren Untersuchungen eine solche, welche mit derjenigen von *Pandanus* weit besser überein stimmt als die von *Yucca* es tat. In mechanischer Hinsicht steht sie derjenigen von *Pandanus* nur wenig nach und ist sie derjenigen von *Yucca* bedeutend überlegen. Die Beteiligung der sekundären Gewebe an der Verstärkung der Verästelungsstellen tritt jedenfalls erst später auf, anfangs fehlt diese ganz. In morphologischer Hinsicht unterscheiden die *Dracaeneae* sich weiter von den bisher betrachteten Fällen dadurch, dass ihre schlafenden Knospen eine eigentümliche Ausbildung erfahren, wodurch ihr Vorblatt ganz in der Ebene der Stammesoberfläche liegt und die ganze Knospe in die Rinde versenkt erscheint.

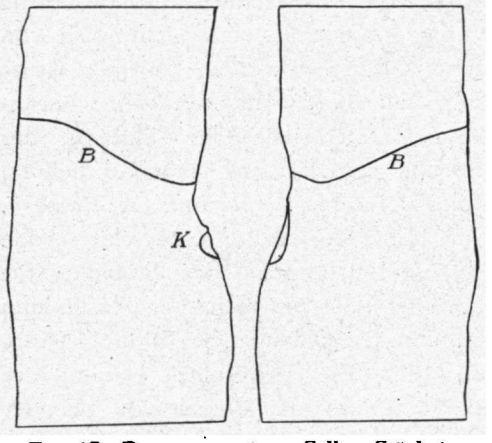

Fig. 17. *Dracaena nutans.* Selbes Stück in Seitenansicht.

III. KAPITEL.

Aloineae.

§ 1. **Literatur.** Über die Verästelung der *Aloineae* liegen in der Literatur ausgedehnte Beobachtungen von Berger vor [1]), deren Zusammenfassung Berger selber folgendermassen gibt. „Wir haben da zwei sehr charakteristische Verzweigungsformen, die den Habitus der Pflanzen bestimmen. Die erste ist die gabelige Teilung der Hauptachse, infolge deren bei *A. plicatilis*, *A. Bainesii*, *A. dichotoma* etc. im Laufe der Zeit grosse schirmartige Kronen entstehen. Diese Dichotomie der Stämme tritt nicht wie bei *Yucca* erst nach stattgehabter Ausbildung einer Infloreszenz auf, sondern lange bevor die Pflanze überhaupt blühfähig ist. Eine dichotome Teilung der Hauptachse kommt ferner in der Regel vor bei der kleinen *A. aristata*, und gelegentlich bei *A. striata*, bei einigen *Aprica* und *Haworthia*. Wesentlich anders verzweigen sich Arten wie *A. arborescens*, *Salmdyckiana*, *caesia*, *ciliaris*, *distans* etc. Bei diesen wachsen die Stämmchen einfach in die Länge, kurz über dem Boden entstehen sodann seitlich reichliche Sprosse, unregelmässig oder etwas quirlig, aus der Basis alter, längst abgestorbener Blätter. Ebenso werden in jeder Höhe der Stämme in gleicher Weise Seitensprosse ausgebildet, besonders dann, wenn die Hauptachse eine Beschädigung erlitten hatte. Dieses

[1]) A. Berger. Liliaceae—Asphodeloideae—Aloineae. Das Pflanzenreich IV, 38, III, II, 1908.

System der Verzweigung giebt den Pflanzen einen ganz anderen Habitus, es entstehen runde umfangreiche Büsche mit oft mehreren Hunderten dichtgestellten Rosetten, hinter deren Laubwerk die Stämme ganz verdeckt stehen" [1]).

Berger unterscheidet hier also eine sogenannte dichotome Verzweigung von einer spät auftretenden seitlichen Verästelung. Diese „Dichotomie" ist aber keine solche wie die von *Hyphaene;* aus der angeführten Vergleichung mit *Yucca* geht auch schon hervor, dass Berger hier nicht an eine echte Dichotomie denkt, sondern nur das ungefähre Äussere der Verästelung damit andeutet. Tatsächlich ist, wie wir unten sehen werden, diese Verzweigung ebensogut eine seitliche als die von *Aloe arborescens* und den anderen genannten Arten; der Unterschied zwischen den beiden Verästelungsweisen ist nur, dass im einen Fall die Knospen sehr früh ausgebildet werden und der Hauptachse in Grösse gleich werden, während im anderen Fall die Knospen später und kleiner ausgebildet werden, sodass sie nur mit Hilfe des sekundären Dickenwachstums zu einem bedeutenden Ast auswachsen können. Wenn man dieses nur bedenkt, so sind die an einem unvergleichlich reichen Material angestellten Beobachtungen Bergers für uns äusserst wertvoll. Man könnte diese beiden Verästelungsweisen wie bei *Dracaena* eher als eine echt monokotyle und eine dikotyloide einander gegenüberstellen. Mit dieser dikotyloiden Verästelungsweise geht oft eine Grössenabnahme der Vegetationskegel gepaart. „Die Arten der *Macrifoliae*, z.B. *A. ciliaris*, haben bleistift- bis fingerdicke, sehr verlängerte Stämmchen, die schliesslich ein dichtes Gebüsch bilden" schreibt Berger an derselben Stelle.

Einige weitere Literaturangaben werde ich noch in den folgenden Paragraphen bei der Behandlung der einzelnen Arten anführen; hier sei nur noch bemerkt, dass die

[1]) l.c. S. 5.

Infloreszenzen, obschon anscheinend seitlich gestellt, immer terminal ausgebildet werden, wie es in der Literatur mehrfach beschrieben worden ist [1]) und dass dann meistens nach seitlicher Verästelung sympodial aufgebaute Stämme zu Stande kommen.

Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich auf beide Verästelungsweisen. Die erstere, die früh auftretende Verästelung, werde ich in vier gesonderten Paragraphen von den Arten *Haworthia coarctata*, *Aloe soccotrina*, *A. plicatilis* und *A. ciliaris* beschreiben. In einem letzten Paragraphen werde ich dann einige Beobachtungen über die spät auftretende seitliche Verästelung folgen lassen.

§ 2. **Haworthia coarctata Haw.** Obwohl die Haworthien nicht zu den Bäumen gehören, sondern alle niedrig bleiben, so habe ich dennoch eine Art dieses Genus in der Untersuchung mit einbezogen, weil die Verästelungsweise derjenigen der baumartigen *Aloineae* jedenfalls ähnlich sein wird, und weil das Material dieser Arten leichter zu erhalten ist als das der grösseren Formen.

Zur Untersuchung gelangten drei verschiedene Exemplare, welche sich alle mehrfach verästelt hatten. Es ergab sich dabei, dass die Verästelung in dreifacher Weise stattfand; die Knospen entwickelten sich teils seitlich am ungeändert fortwachsenden Hauptstamm, teils pseudoterminal unter Abort des Hauptsprosses, teils nach terminaler Blütenbildung.

Wenn wir mit der letztgenannten Reihe von Knospen anfangen, so kann ich bemerken, dass ich acht solche Fälle beobachtet habe, wo nach der Blütenbildung eine Seitenknospe den Hauptast fortsetzte, und dass alle acht Fälle untereinander völlig übereinstimmten.

[1]) Z.B. von Emil Hausen in: Ueber Morphologie und Anatomie der Aloineen. Inaug. Diss. Heidelberg o. J.; auch in Verhandl. d. Bot. Ver. d. Pr. Brandenburg, 42. Jahrg. 1900, S. 1.

Vier dieser Fälle kamen an der in Fig. 18 abgebildeten Pflanze vor; zur Erklärung dieser Figur zunächst folgendes. In den beiden Einzelfiguren A und B ist unten der von seinen Blättern beraubte Hauptspross zu beobachten;

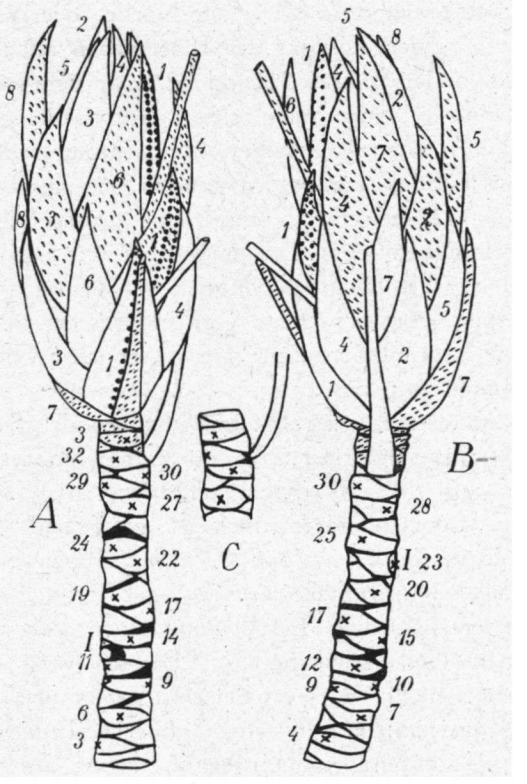

Fig. 18. *Haworthia coarctata*. A und B Sympodium von zwei Seiten. Die verschiedenen Sprossglieder sind abwechselnd weiss und punktiert dargestellt worden. Die Blätter und Blattnarben eines Sprossgliedes sind jedesmal von 1 ab beziffert. I = Insertion einer ausgewachsenen Achselknospe. C. Die Basis des untersten Infloreszenzstieles von der Seite betrachtet. $^2/_3$ nat. Gr.

die Blattnarben sind zu erkennen. Diejenigen Stellen, wo die Medianflächen der Blattnarben liegen, sind durch Kreuzchen angedeutet worden und die Zahlen neben diesen

Kreuzchen geben die Rangzahl des Blattes, von unten ab gezählt, an. Bei den Blättern 11 und 23 sind zwei Narben I von Seitensprossen erkennbar, bei 11 eine kleine, oberhalb der Blattinsertion gelegene, bei 23 eine grosse, in der Blattinsertion vordringende Narbe. Die Blattstellung ist etwa $^5/_{18}$, der Kontakt der Blattnarben nach 1 + 2.

Oberhalb der Blätter 31 und 32 ist an dem anscheinend monopodialen Hauptstamm eine Stielbasis eines Blütenstandes vorhanden; die nähere Betrachtung ergibt sofort, dass dieser Stiel terminal entstanden sein muss, und dass das Blatt 32 in seiner Achsel eine grosse Seitenknospe entwickelt haben muss. Dasjenige was uns hier nun sofort auffällt, ist die höchst vollkommene Weise in der die Verästelung vor sich geht. Der Infloreszenzstiel ist ganz zur Seite gedrängt worden; die Seitenachse bildet genau die Verlängerung der Hauptachse. Ausserdem ist wie bei keiner der bis jetzt betrachteten Pflanzen das Sympodium nahezu ganz zylindrisch. An der Stelle wo der Infloreszenzstiel aus dem Sympodium hervorsprosst, findet sich gar kein Loch, sondern alles ist glatt und eben. Der Fehler, den *Pandanus* und *Dracaena* noch zeigten, ist hier somit völlig aufgehoben.

Diese merkwürdige Erscheinung wird von zwei verschiedenen Umständen bedingt. Erstens wird der Infloreszenzstiel nicht, wie es bei *Pandanus* und den *Dracaeneae* geschah, nur in seinen höheren Teilen zur Seite gedrängt, während die Insertion seine zentrale Lage beibehält (man vergl. z.B. Fig. 15), sondern auch die Insertion des Stieles erhält eine periphere Stellung. Dieses kann augenscheinlich nur dadurch stattfinden, dass die Entwickelung der Seitenachse nach einem bedeutend früheren Stadium verlegt wird.

In zweiter Linie hängt auch die eigentümliche Form der Stielbasis mit der vollkommenen Verästelungsweise zusammen. Dieser Stiel, der in den höheren Teilen rund

ist, ist an seiner Insertion merklich verbreitet und abgeplattet; man vergleiche dafür Fig. 18 B und C. Dass wirklich diese platte Form des Blütenstiels für die Sympodiumbildung ein grosser Vorteil darstellt, geht sofort aus der schematischen Fig. 19 hervor. Ein nicht abgeänderter, runder Stiel kann natürlich, wenn er zur Seite gedrängt wird, seiner eigenen Dicke wegen nicht so

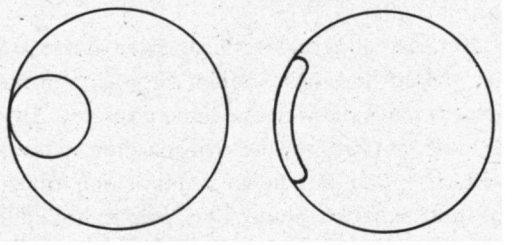

Fig. 19. Schematische Darstellung des Unterschieds zwischen einem flachen und einem runden Blütenschaft.

gut eine periphere Stellung einnehmen als ein schmaler Stiel, dessen Insertion noch dazu eine gebogene Form annehmen kann.

Dass diese besondere Insertionsform nicht eine eigentümliche, nur der *Haworthia* eigene Erscheinung ist, geht aus den Beobachtungen Bergers hervor. Er schreibt über diese Infloreszenzen: „Die Blütenstände der Aloineen werden, wie bereits oben gesagt, terminal angelegt, aber durch den Spross des zunächst stehenden jungen Blattes zur Seite gedrückt. So erscheinen die Blütenstände wohl aus der Spitze der Rosetten, aber doch zwischen den Blättern. Es ist durch diese Lage bedingt, dass die Schäfte am Grunde zweischneidig sind. Sie sitzen überhaupt mit einer solch blattartig dünnen, zwischen Stamm und Blattscheide eingeklemmten Basis auf, dass es wunderbar erscheint, wie oft so schwere Blütenstände darauf sich halten können" [1]).

[1]) A. Berger, l.c. S. 13.

Die Stielbasis ist somit bei den *Aloineae*, also bei den *Aloinae* und den *Kniphofiinae*, durchweg in der angegebenen Weise abgeplattet. Wir werden jedoch später sehen, dass es einzelne Ausnahmen gibt: bei *Aloe ciliaris* fehlt die Abplattung, und wo sich bei spiraliger Blattstellung zwei Seitenäste entwickeln, gestaltet der Blütenschaft sich an seiner Insertion, den Raumverhältnissen entsprechend, dreikantig.

Das in Fig. 18 abgebildete Exemplar hatte, wie gesagt, schon vier Male geblüht; daher ist das Sympodium aus fünf verschiedenen Gliedern zusammengesetzt. In der Figur sind diese Glieder dadurch hervorgehoben, dass das zweite und das vierte Glied mit ihren zugehörigen Blättern punktiert dargestellt worden sind. Das zweite Glied hatte nur 7 Blätter, von denen sechs entfernt worden sind; das höchste Blatt ist wieder Tragblatt des dritten Gliedes. Das dritte Glied seinerseits hat 8 Blätter, das vierte ebenso.

Wenn wir das ganze so gebildete Sympodium ansehen, so ist es eine überraschende Erscheinung dass die Parastichen der verschiedenen Glieder nicht nur in Zahl und Richtung gleich sind, sondern dass sie die direkte Fortsetzung der Parastichen der jeweiligen Tragachse bilden; m.a.W. die Blattstellung erscheint ganz ungestört überall dieselbe. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt in der folgenden Tatsache. Aus Fig. 18 A ist ersichtlich, dass das Tragblatt 32 dem Blütenstiel des ersten Gliedes nicht opponiert gegenüberliegt; der Blütenstiel liegt in Bezug auf das Tragblatt rechts hinten. Zwischen 32 und dem Stiel ist somit ein kleinerer Winkel als 180° vorhanden; dieser Winkel ist nun gerade dem Divergenzwinkel der Blätter gleich. Wenn nun das Vorblatt des neuen Sprosses dem Stiel adossiert anliegt, so fällt dieses Vorblatt an derjenigen Stelle, wo sonst das Blatt 33 hätte liegen müssen. Das Diagramm Fig. 20 gibt diese Sachlage wieder.

Dieses Diagramm drückt ebenfalls die Tatsache aus, dass

die Seitenknospe sich sehr vollständig über dasjenige Gebiet ausgedehnt hat, das vorhin von dem Vegetationskegel eingenommen war; diese Knospe muss daher schon sehr früh eine grosse Ausdehnung erhalten haben. Diese Ausdehnung ist hier, im Gegensatz zu *Pandanus* und *Dracaena* ohne Hilfe der Kiele oder Wülste des Vorblattes erreicht; in der Tat sind die Kiele des Vorblattes nur sehr wenig entwickelt. Bei allen beobachteten Vorblättern fand ich die beiden Kiele in der Weise ausgebildet, alsob der Infloreszenzstiel der ganzen Blattlänge nach in dem Rücken des Vorblattes eingepresst worden war; an der Insertion der Vorblätter sind die Kiele nicht deutlicher als in den höheren Teilen. In Fig. 18 sind die Kiele der Vorblätter durch Punktreihen angedeutet worden; an dem Objekt waren es nur sehr wenig hervorragende Linien.

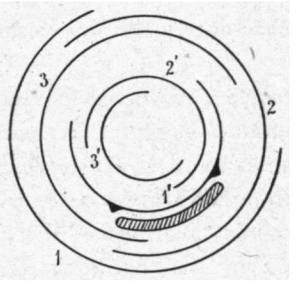

Fig. 20. Diagramm des Sympodiums von *Haworthia*. 1—3 Blätter der Hauptachse, 1'—3' solche der Seitenachse.

Die zweite Kategorie von Knospen, diejenige welche sich am fortwachsenden Hauptstamm seitlich entwickeln, sind in der Achsel ihres Tragblattes verschieden gestellt. Bei drei von den sieben beobachteten Seitensprossen war eine Stellung seitlich der Medianen des Tragblattes nicht zu erkennen; in den vier anderen Fällen dagegen war die Knospe unverkennbar nach rechts oder links verschoben. Merkwürdigerweise war dieses jedesmal nach der kathodischen Seite des Tragblattes, sodass in dieser Hinsicht diese Knospen eine gewisse Ähnlichkeit mit den nach Blütenbildung auftretenden Knospen zeigen, indem diese, wie Fig. 20 zeigt, ihrem Vorblatte nach ebenfalls nach der kathodischen Seite des Tragblattes verschoben sind. Die Insertion der Knospen ist, wie schon oben gelegentlich

bemerkt wurde, von wechselnder Grösse; an den Achsen von 1—$1^1/_2$ cm war die Knospeninsertion 2—6 mm breit. Diese Unterschiede werden augenscheinlich von der späteren oder früheren Ausbildung der Knospen bedingt. Bei der überaus grossen Mehrzahl der Blätter konnte ich gar keine Achselknospen entdecken, sodass diese entweder abortiert oder doch sehr schlecht entwickelt gewesen sein müssen.

Die wenigen entwickelten Knospen sind noch in zwei Hinsichten von den nach Blütenbildung auftretenden verschieden; in ihrer Blattstellung und in der Ausbildung ihrer ersten Blätter. Die Blattstellung dieser Sprossen ist nämlich derjenigen des Hauptsprosses zwar etwa gleich, war aber merkwürdigerweise in 8 von den 9 beobachteten Fällen dem Hauptspross antidrom.

Ausserdem sind die ersten Blätter dieser Knospen stets als Niederblätter ausgebildet, welche bald grösser, bald kleiner, immer aber ungefärbt und häutig sind. Die Stellung des ersten Blattes habe ich nicht ermitteln können; statt der gewöhnlichen adossierten Stellung war, vielleicht infolge der mangelhaften Entwicklung der ersten Blätter, das scheinbar erste Blatt bald vorn, bald hinten, bald seitlich gestellt. Zweikielige Blätter habe ich auch nirgends finden können. Dieser Unterschied mit der vorigen Knospenkategorie ist um so merkwürdiger, als die Vorblätter der vorigen Knospen (vergl. Fig. 18) in Grösse den Tragblättern völlig gleich sind.

Von der dritten Knospenart, die der pseudoterminalen ohne Blütenbildung auftretenden Knospen, habe ich drei Fälle untersuchen können. In diesen Fällen ist die Endknospe des Hauptsprosses spurlos abortiert, und das höchste Blatt ist Tragblatt einer Seitenachse welche dem Hauptast antidrom ist und welche mit Niederblättern anfängt. Die Ausbildung dieser Knospen war wahrscheinlich bedingt worden von zeitweiligen ungünstigen Vegetationsbedin-

gungen, welche die Endknospe der Pflanze eingehen liessen; dafür sprach ebenfalls der Umstand, dass die drei Fälle etwa zur gleichen Zeit ausgebildet waren, in den Hauptästen und in einem der Seitenäste zweier verschiedenen Exemplare.

In allen drei Fällen war das Tragblatt dieser Knospen von besonderer Form, indem nämlich die morphologische Oberfläche durch Annäherung der Seitenränder bedeutend schmaler war als sonst; die Dicke der Blätter war dabei abnorm gross. Fig. 21 gibt uns 14 aufeinanderfolgende Blätter des genannten Seitenastes, der sich in der hier betrachteten Weise verästelt hatte. Die Blätter 1—10 sind die beobachteten Blätter des untersten Gliedes des Sympodiums; 1—4 sind entschiedene Niederblätter. Das 10. Blatt ist das Tragblatt der pseudoterminalen antidromen Knospe, der die Blätter 11—14 angehören. Die schmale Gestalt des 10. Blattes fällt auch hier, wo alle Blätter von der Rückenseite her betrachtet sind, auf. Fig. 22 gibt uns dann von der Oberseite betrachtet zunächst die nämlichen Blätter 9 und 10 und weiter drei andere Blätter. Die Seitenränder des Blattes 10 sind hier deutlich einander in abnormer Weise genähert. Die daneben abgebildeten Blätter *a* und *b* stellen in derselben Weise das vorletzte und das letzte Blatt eines anderen Aste dar; das Blatt *b* ist das Tragblatt der pseudoterminalen Knospe. Ebenso ist *c* das Tragblatt des dritten beobachteten Falles.

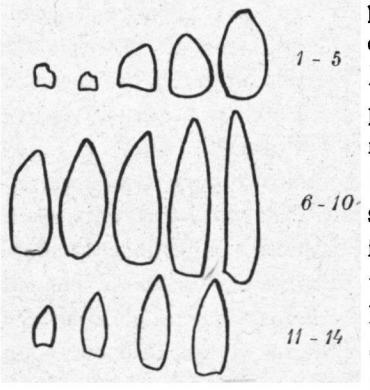

Fig. 21. *Haworthia coarctata*. Vierzehn Blätter eines ohne Blütenbildung entstandenen Sympodiums von der Unterseite betrachtet. In $^2/_3$ nat. Gr.

Die eigentümliche Form dieser Tragblätter lässt sich

augenscheinlich aus der besonderen Stellung erklären: während sonst alle Blätter sich um einen aus jüngeren Blättern gebildeten Körper herum ausbilden, um einen Körper, den sie sich mit ihrer Oberfläche anschmiegen, so ist hier die Endknospe mit ihren Blättern abortiert. Wenn nun dieser Abort schon frühzeitig eintritt, so sind dem Tragblatt für seine Ausdehnung nach oben zu ganz andere Schranken gestellt, als dies bei den anderen Blättern der Fall ist; daher die andere Form.

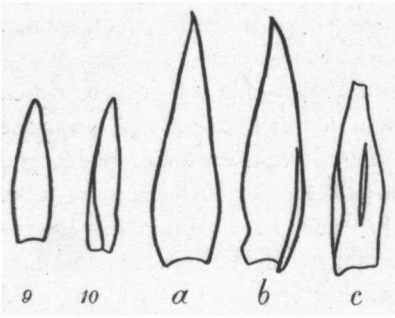

Fig. 22. *Haworthia coarctata*. 9 und 10 dieselben Blätter wie 9 und 10 in Fig. 21; *a* das an *b* vorangehende Blatt; *b* und *c* zwei Tragblätter pseudoterminaler ohne Blütenbildung ausgetriebenen Sprossen; alles von der Oberseite betrachtet in $^2/_3$ nat. Gr.

Bei den nach Blütenbildung auftretenden pseudoterminalen Knospen war dies nicht der Fall, dort entwickelt sich die Achselknospe des Tragblattes so frühzeitig, dass dadurch die Ausbildung des Tragblattes in der normalen Weise stattfindet; hier, wo die Knospe mit Niederblättern anfängt, findet eine Unterbrechung in der regelmässigen Entwicklung statt, welche sich noch in der besonderen Form des Tragblattes kund gibt.

Fassen wir dasjenige, was wir von *Haworthia* gesehen haben zusammen, so sind die Achselknospen bei den meisten Blättern gar nicht oder jedenfalls sehr wenig entwickelt. Nur unter besonderen Umständen können diese Knospen zu einer Weiterentwicklung gereizt werden; sie haben dann eine der Hauptachse antidrome Blattstellung und fangen mit einigen Niederblättern an. Wahrscheinlich wird die Bildung von Niederblättern dadurch veranlasst, dass die Knospe anfangs zur Ausbildung normaler Hochblätter nicht

kräftig genug ist. Wenn die Endknospe der Hauptachse eingeht, stellt die Achselknospe des letzten Blattes sich in die Verlängerung der Hauptachse. Das nämliche findet ebenfalls statt wenn die Endknospe sich in eine Infloreszenz umwandelt; die begleitenden Erscheinungen werden dabei aber geändert, indem die Knospe nunmehr dem Hauptast homodrom wird und mit einem zweikieligen adossierten, als Hochblatt ausgebildeten Vorblatt anfängt. Ausserdem liegt die Knospe in ihrer Achsel so verschoben, dass ihr der Infloreszenz zugekehrtes erstes Blatt genau an derjenigen Stelle fällt, wo das nächsthöhere Blatt des Hauptsprosses sonst hätte liegen müssen.

§ 3. **Aloe soccotrina Lam.** Diese in unseren Gewächshäusern häufig kultivierte Art gehört zu denjenigen welche sich in der von Berger „dichotom" genannten Weise verästeln; die älteren Stammstücke zeigen sehr vollkommene Gabelungen. Betrachtet man die jüngsten eben erkennbaren Fälle von Verzweigung, wo bloss die Lage der Blätter die spätere Verästelung verrät, so findet man zwischen den beiden Ästen bald einen Blütenschaft, bald nicht. Es hat also den Anschein, ob die Verästelung bald von der Blütenbildung bedingt wird, bald ohne diese Veranlassung auftritt. Damit stimmt ganz überein dass Lindinger [1]) von *Aloe dichotoma* angibt, dass die beiden Äste als Achselknospen unterhalb einer Infloreszenz auftreten, während Berger, wie erwähnt, von derselben *A. dichotoma* schreibt, dass sie sich schon verästelt, lange bevor die Pflanze überhaupt blühreif ist.

Es war hier also zunächst zu untersuchen, ob hier wirklich zwei Verästelungsweisen vorliegen; das Material dazu erhielt ich aus den Botanischen Gärten der Universitäten Amsterdam und Utrecht. Aus Amsterdam erhielt ich zwei

[1]) L. Lindinger. Die Struktur von Aloe dichotoma L, mit anschliessenden allgemeinen Betrachtungen. Beihefte Bot. Centr. 24, 1, 1909, S. 211.

Äste verschiedener Exemplare. Der eine Ast blühte; der andere hatte zwei Köpfe, welche beide ohne erkennbare Blütenbildung in der Verästelung begriffen waren.

Der blühende Ast zeigte bei der Untersuchung folgende Besonderheiten. Der Infloreszenzstiel, der in den höheren Teilen annäherend rund war, war in den unteren 15 cm dreieckig und zeigte sogar drei schmale Flügel welche merkwürdigerweise mit kleinen Stacheln besetzt waren, ganz wie die Blätter sie tragen. Diese dreieckige Gestalt

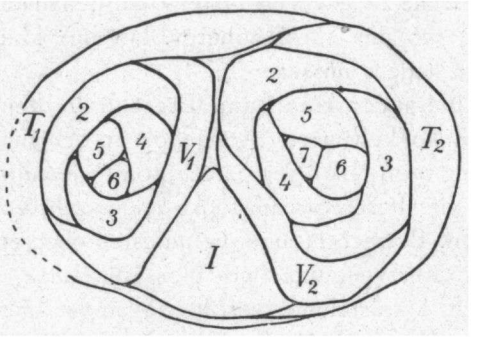

Fig. 23. *Aloe soccotrina*. Querschnitt eines blühenden Astes dicht oberhalb der Vegetationskegel der Seitenknospen. Vergr. 6 ×. T_1, T_2 = die beiden Tragblätter der Hauptachse, I = die Infloreszenz, V_1, V_2 = die beiden Vorblätter, 2—6 und 2—7 = die weiteren Blätter der Knospen.

wird zweifelsohne von der starken Ausdehnung der beiden Knospen bedingt, wie ein Blick auf Fig. 23 uns lehrt. Wir sehen dort einen Querschnitt durch die inneren Teile des blühenden Sprosses, kurz oberhalb der Vegetationskegel der beiden Seitenäste. Weil die Divergenz der Blätter der Hauptachse etwa 133° beträgt, so sind die beiden Seitenäste einander nicht opponiert; der Infloreszenzstiel I hat somit eine seitliche Stellung. Eine dreieckige Querschnittsform und die Bildung von drei Flügeln sind unter diesen Verhältnissen ganz erklärlich.

Die untere, aus der Achsel des Blattes T_1 hervorgegangene Knospe K_1 ist der Hauptachse antidrom und hat

ein normal orientiertes, adossiertes Vorblatt V_1; die höhere Knospe K_2 ist der Hauptachse homodrom und hat ihr Vorblatt V_2 nicht genau dem Tragblatt gegenüber, sondern etwas nach rechts, nach der Seite der Infloreszenz, verschoben ausgebildet. Diese Verhältnisse fand ich auch bei den weiter untersuchten Verästelungsstücken wieder; die untere Knospe ist also nach den normalen Gesetzen der Monokotyledonen gebildet, die obere dagegen nach denselben abweichenden Regeln, die wir ebenfalls bei *Haworthia* erkannten. Die Umbildung des Vegetationskegels in eine Infloreszenz wird also mit dieser abweichenden Bildung zusammenhängen; die untere Knospe, welche noch ein vegetatives Blatt über sich stehen hat, wird davon nicht in der Weise beeinflusst.

Auf eine Sache muss ich hier noch weisen, dass nämlich nicht nur die Blütenschäfte, sondern auch die Blätter mit ganz dünnen und schwachen Teilen inseriert sind. Die Scheiden der jüngeren Blätter sind so wenig entwickelt, so dünn und klein, dass das Gewicht der bereits fast entwickelten Spreite die Scheide zerreissen lässt, wenn die umringenden Blätter entfernt werden. Ich musste daher bei der Untersuchung die Spreiten der Blätter zum grössten Teil erst abschneiden, damit dieses Zerreissen nicht einträte. Auch der Infloreszenzstiel, der in seinen runden Teilen und in dem oberen dreikantigen Teil etwa 6 mm Durchmesser hatte, war bei der Insertion nur etwa 3 mm dick. Dieses stimmt also mit demjenigen was Berger von den zweischneidigen Blütenschaftbasen angibt (vergl. oben S. 303) genau überein; dass diese Verhältnisse die Pflanze in ihrer Festigkeit nicht beeinträchtigen, rührt nur daher, dass alle diese jungen basalen Teile von den älteren ausgewachsenen festen Scheiden so stark umfasst werden, dass die Druckfestigkeit dieser Teile gar nicht in Anspruch genommen wird.

Es war nun nach dieser Untersuchung eines blühenden

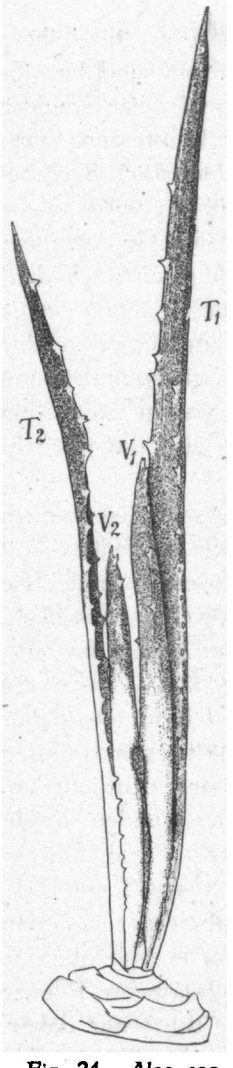

Fig. 24. *Aloe soccotrina*. Entblätterter Spross mit fehlgeschlagener Infloreszenz und zwei jungen Seitenachsen. In $^2/_3$ nat. Gr. Buchstaben wie in der vorigen Figur.

Astes zu ermitteln, wie die äusserlich so ähnliche Verzweigung ohne Blütenbildung stattfand; es stellte sich dabei alsbald heraus, dass in diesen Fällen ebenfalls eine Infloreszenz angelegt wird, dass diese aber bald abortiert. Der oben erwähnte Widerspruch zwischen den Befunden Lindingers und Bergers über die Verästelung von *Aloe dichotoma* wird dadurch aufgehoben; in allen Fällen der anscheinend dichotomen Verästelung ist die Blütenbildung die Veranlassung; wenn die Pflanze aber noch nicht blühreif ist, so kann sie sich dennoch verästeln durch Vermittlung abortierender Blütenstände.

Ich gebe nun zunächst Fig. 24, welche nach einem der Köpfe des anderen aus Amsterdam erhaltenen Astes angefertigt worden ist; wir sehen dort den Gipfel eines Hauptastes mit abortiertem Blütenschaft, mit zwei Blättern T_1 und T_2 und die beiden dazugehörigen Knospen mit den Vorblättern V_1 und V_2. Die Disposition der Teile ist derjenigen des blühenden Astes (Fig. 23) antidrom, sonst aber ganz ähnlich. Die tote, braun gefärbte Infloreszenz hat noch eine weisse, lebendige, dreikantige Basis, von der nämlichen Stärke wie dort. Bei Betrachtung des Objektes war zu erkennen, dass V_1 adossiert, V_2 nach links verschoben war.

Der andere Kopf dieses Astes, den ich den dritten Ast nennen werde, war dem zweiten in allen Stücken ähnlich,

nur dem blühenden Aste homodrom, und mit einem noch etwas kleineren Blütenstandsrest, von nur $2\frac{1}{2}$ cm versehen. Von diesem Ast stammen die in Fig. 25 abgebildeten beiden Sprossen. Ich habe diese nochmals abgebildet, weil die beiden Vorblätter V_1 und V_2 konstant eine sehr bemerkenswerte Verteilung der Stachelreihen zeigten.

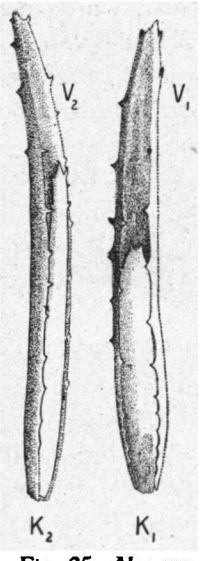

Fig. 25. *Aloe soccotrina*. Zwei junge Seitensprosse; K_1 untere Knospe mit Vorblatt V_1, K_2 zweite Knospe mit Vorblatt V_2. $^2/_3$ nat. Gr.

Während die gewöhnlichen Blätter nur an ihren beiden Rändern je eine Stachelreihe besitzen, so hat V_1 deren konstant insgesammt vier, V_2 drei. Zwei dieser Reihen sind die normalen am Blattrande; in den abgebildeten jungen Stadien sind diese Blatträander etwas nach innen umgeschlagen und greifen um das nächstjüngere Blatt hin. Ausserdem hat V_1 noch zwei Stachelreihen welche an denjenigen Stellen stehen, wo wir bei einem adossierten Vorblatt einer monokotylen Pflanze die beiden Kiele zu finden gewohnt sind. Diese Reihen sind in Fig. 25 beide zu erkennen; die eine, in der Figur rechts, an der linken Seite des Blattes, ist nur hoch oben zu erkennen, biegt sich weiter nach der abgekehrten Seite ab; die andere ist fast ganz zu beobachten. Das Blatt V_2 hat dagegen nur eine überzählige Stachelreihe, welche sich dort entwickelt hat, wo das Blatt sich der Naht zwischen I und T_2 anschmiegte (vergl. Fig. 23). Diese Reihe ist nur hoch oben entwickelt; in Fig. 25 ist sie ganz zu erkennen.

Dass diese Verhältnisse keine zufällige sind, werden wir unten noch erkennen; ich komme dann auf ihre theoretische Bedeutung noch zurück.

Die weitere Entwicklung der von uns betrachteten Verästelungsweise bietet ebenfalls noch einige merkwürdige Eigentümlichkeiten. Fig. 26 gibt ein Stück eines verzweigten Astes in einem etwas mehr vorgeschrittenen Stadium wieder. Dieser Ast war aus Utrecht erhalten. Äusserlich war von Blütenbildung nichts zu erkennen; nachdem der eine Seitenast hinreichend kurz eingeschnitten worden war, wurde die vertrocknete Infloreszenz innerhalb der Scheide von T_2 sichtbar. Die Konfiguration ist hier wie in Fig. 23; bei einem zweiten aus Utrecht erhaltenen Ast, der dasselbe

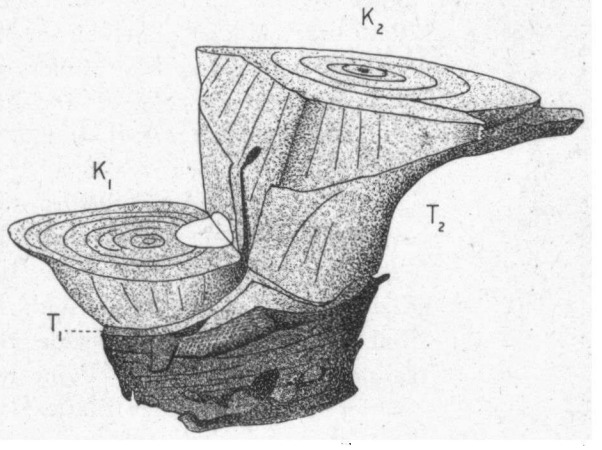

Fig. 26. *Aloe soccotrina*. Älterer Spross mit fehlgeschlagener Infloreszenz und zwei Achselsprossen K_1 und K_2, in nat. Gr.

Bild zeigte, war die Konfiguration wieder antidrom. Die Figur zeigt uns nun aber die bisher noch nirgends beobachtete Besonderheit, dass die Insertion des Blattes T_1, anstatt in gleicher Höhe um die Hauptachse herumzugehen, hier zwischen den beiden Seitenästen einen deutlichen nach oben gewendeten Knick zeigt. Dieses war nicht nur an dieser Seite, sondern auch an der anderen, der Infloreszenz abgewendeten Seite der Fall, und ebenso war es bei dem

Blatt T_1 des anderen Astes. Die Blätter unterhalb T_1 hatten ebenfalls, wenn auch in geringerem Grade, etwas derartiges; in den jugendlichen Stadien war nach Fig. 24 von einer solchen Umbiegung der Insertionen nicht die Rede.

Augenscheinlich ist das Gewebe der Hauptachse zwischen den beiden Ästen, im Sattel der Gabelung, stärker gewachsen als unterhalb der beiden neuen Vegetationskegel; dieses geht aus der Figur 26 auch noch dadurch hervor, dass wir das Stammgewebe zwischen K_1 und K_2 deutlich im Quer- und im Längsschnitt erkennen. Es wird sofort einleuchten, dass die Verästelung durch ein solches Wachstum an derjenigen Stelle, die bei anderen monokotylen Bäumen öfters die schwächste Stelle bildet, erheblich vervollkommnet wird.

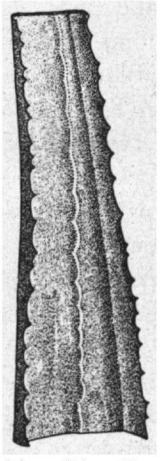

Fig. 27. *Aloe soccotrina*, Stück eines Tragblattes, mit Kielbildung an der Oberseite. In $^2/_3$ nat. Gr.

Wenn man nun die Scheide des Blattes T_1 an der Innenseite betrachtet, so fällt es sofort auf, dass an denjenigen Stellen, wo sich der Knick in der Insertion findet, eine schwache Kielbildung, als Folge der Druckverhältnisse, aufgetreten ist. Der eine dieser Kiele dehnt sich sogar ebenfalls auf die grösste Hälfte der Spreite aus.

In Fig. 27 gebe ich einen Teil der Spreite von T_1 des zweiten Utrechter Astes wieder; ausser einem Abdruck einer Stachelreihe eines der inneren Blätter ist darauf eine ziemlich scharfe Rippe erkennbar, welche die erwähnte Ausdehnung des Kieles auf die Spreite ist. Ich habe nach dieser Beobachtung die Blätter T_1 der beiden Amsterdamer Äste ohne Blüte daraufhin nachgeprüft und fand bei beiden Blättern in den unteren 8 bezw. 10 cm diese Rippe auf der Spreite ebenfalls an der zu erwartenden Stelle; bei dem basalen Wachstum

der Spreiten ist es ganz natürlich, dass bei dem hier betrachteten ausgewachsenen Blatte diese Bildung höher (16 cm hoch) greift. Stacheln werden auf dieser Rippe aber nicht gebildet, dafür ist der Zeitpunkt der Entstehung augenscheinlich zu spät.

Bevor ich das hier beschriebene Material untersucht hatte, hatte ich schon früher mehrfach einige alte Verästelungsstellen der *Aloe soccotrina* aus dem Groninger Hortus studiert; weil es aber sämtlich alte Stücke waren ohne lebendige Blätter, so gelang es mir nicht zu Klarheit zu kommen. Dasjenige was ich damals fand war nur folgendes: von den beiden Ästen einer Gabelung war stets der eine dem anderen antidrom; die trocknen Blattscheiden zeigten in der Höhe der Verästelung einen Knick nach oben; an einer Seite des Stückes befand sich zwischen den beiden Ästen ein kleiner eigentümlicher Hügel, unterhalb dessen eine grüne lebendige Gewebemasse zu finden war. Ersteres versteht sich nach dem bereits angeführten von selbst, letzteres ist wohl der Rest des Blütenschaftes gewesen. Diese an anderem Material gemachten Beobachtungen bestätigen also das oben gesagte.

Ehe ich nun zu der Besprechung der Beobachtungen an *Aloe plicatilis* übergehe, habe ich hier noch einiges von den merkwürdigen Stachelreihen der Vorblätter zu berichten. Zu gutem Verständnis muss ich dabei aber erst einiges von den Stachelreihen der gewöhnlichen Blätter unserer Pflanze mitteilen.

Die Stachelreihen dieser Blätter fangen am Blattrande bei dem Übergang der Scheide in die Spreite beiderseits an und reichen an der anodischen Seite des Blattes immer höher als an der kathodischen Seite (man vergl. z.B. Blatt T_1 im Fig. 24). An einem bestimmten Aste fand ich z.B. dass die Stachelreihen der anodischen Blattränder sich sämtlich bis an die Spitze des Blattes fortsetzten, während an der kathodischen Seite die Ränder 5 bis 7 cm unterhalb

der Spitze aufhörten; nur bei einzelnen Blättern war dann ganz an der Spitze an dieser kathodischen Seite noch wieder ein einziger Stachel vorhanden. Diese Erscheinung ist aus den gegenseitigen Raumverhältnissen der jungen Blattspitze leicht erklärlich. Fig. 23 zeigt uns sofort dass Blatt 3 an seiner Spitze an der anodischen Seite zwischen Blatt 4 und 1 (= V) eingeklemmt wird, an der kathodischen Seite zwischen 5 und 2. Weil nun bei den jungen Blättern Blatt 3 länger ist als 4, und 4 länger als 5, so hört die durch die Einklemmung bedingte Zuschärfung des Randes zwischen 2 und 5 an der kathodischen Seite nach oben eher auf, als die an der anodischen Seite zwischen 1 und 4. Nun sahen wir schon bei den überzähligen Stachelreihen der Vorblätter und bei denjenigen der Infloreszenzbasis, dass augenscheinlich die Pflanze auf die Bildung scharfer Ränder mit der Hervorbringung von Stachelreihen reagiert; sogar an einem Stengelteil der sonst nie Stacheln führt. Die grössere Ausdehnung der Stachelreihe an der anodischen Seite des Blattes wird dadurch ganz erklärt.

Eine schöne Bestätigung dieser Ansicht lieferte die Untersuchung der in § 6 besprochenen Keimpflanzen von *Aloe arborescens*. Diese Pflanzchen zeigten in ihren ersten Blättern eine distiche Blattstellung, später ging diese in eine spiralige über. Es war nun sehr auffallend, dass die distichen Blätter zwei gleich ausgebildete Stachelreihen führten, während das erste Blatt das in einer anderen Ebene stand, sofort wie alle weiteren Blätter an der kathodischen Seite des Blattes nahe der Spitze unbewaffnet war.

In ähnlicher Weise werden nun bei unserer *Aloe soccotrina* die Ausdehnungen der Stachelreihen von V_1 und V_2 zu erklären sein. Davon führe ich zunächst einige Zahlen an.

Vorblatt der unteren Knospe V_1	1. Ast Utr.	2. Ast Amst.	3. Ast Amst.
Zahl der Stacheln des anodischen Kieles unterhalb des untersten Stachels des kathodischen Kieles	2	3	3
Zahl der Stacheln der kathodischen Randreihe unterhalb des untersten Stachels des kathodischen Kieles	35	12	7
Zahl der Stacheln der anodischen Randreihe unterhalb des untersten Stachels des anodischen Kieles	22	6	3

Aus dieser Tabelle erkennen wir zunächst, dass die Stachelreihen der Kiele sich nach unten weniger weit ausdehnen als die der Blattränder. Ausserdem sehen wir, dass von denjenigen Stachelreihen, welche sich an den beiden Kielen befinden, diejenige an der anodischen Seite des Blattes sich um 2 bis 3 Stacheln weiter nach unten ausdehnt. Weil diese letzten Stacheln weit auseinander liegen und die beiden Randreihen etwa gleich entwickelt sind, so finden wir bei Vergleichung einer Kielreihe mit der benachbarten Randreihe, dass die Randreihe an der kathodischen Seite die kathodische Kielreihe um eine bedeutend grössere Zahl von Stacheln übertrifft, als es an der anodischen Seite der Fall ist. Weil die beiden Blätter V_1 des Amsterdamer Materials noch nicht ausgewachsen waren, so finden wir dort nur die Kielreihen ganz ausgebildet, die Randreihen sind jedoch an der Basis noch in Ausbildung begriffen.

Weshalb die Bildung dieser Kielreihen eher aufhört als die der Randreihen, kann ich mangels näherer Kentnisse von den Raumverhältnissen, in welchen V_1 und V_2 auf den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung sich befinden, nicht ermitteln; dass aber die anodische Kielreihe

von V_1 sich weiter ausdehnt als die kathodische Reihe und ebenfalls weiter als die eine Kielreihe von V_2 ist zweifelsohne dem Umstand zuzuschreiben, dass diese beiden letzteren, wie Fig. 23 uns lehrt, der dreieckigen Infloreszenzbasis anliegen, während die anodische Kielreihe von V_1 eine günstigere Lage für die Ausbildung eines kantigen Kieles hat.

Eine andere Tatsache, die ich ebensowenig nach den spärlichen mir bekannten Daten erklären kann, ist dass bei V_1 nicht die Randreihen wie bei allen anderen Blättern, sondern die Kielreihen sich nach oben nach dem Gipfel des Blattes ausstrecken. Die Randreihen hören hier beide eher auf. Bei V_2 sind es dementsprechend die einzige Kielreihe und eine der beiden Randreihen, die sich nach dem Gipfel hin ausdehnen, während die andere Randreihe wieder schon eher aufhört.

Zuletzt noch die folgende Bemerkung. Wenn wir diese Stachelreihen und die wenig hervorspringenden Kanten, auf denen diese Stacheln stehen, als Vorblattkiele betrachten dürfen, was ich kaum anzweifle, so ist die hier beobachtete Erscheinung des einkieligen Vorblattes der zweiten Knospe auch aus allgemein morphologischem Gesichtspunkte wichtig. Wir finden darin dann ein Gegenstück der von Eichler beschriebenen dreikieligen Vorblätter gewisser *Marantaceen* [1]) und eine Stütze seiner Auffassung, dass die Vorblätter der meisten Monokotylen einfache Bildungen sind, deren Kielbildung nur durch Raumverhältnisse bedingt wird.

§ 4. **Aloe plicatilis Mill.** Von dieser rein distichen, ebenfalls von Berger als Beispiel der „dichotom" sich verästelnden *Aloe* spp. genannter Art, gebe ich zunächst Fig. 28, ein altes Verästelungsstück darstellend. Die Stammesoberfläche zeigt deutlich die Narben der abgefallenen Blätter. mit den Fibrovasalsträngnarben darin; die Inter-

[1]) A. W. Eichler, Blüthendiagramme, I. Leipzig 1875, auf S. 176.

nodien sind glatt und in der Zeichnung etwas leichter gehalten. Obwohl alle Blätter umfassende Scheiden haben, so ist die Blattstellung der Äste dennoch deutlich zu

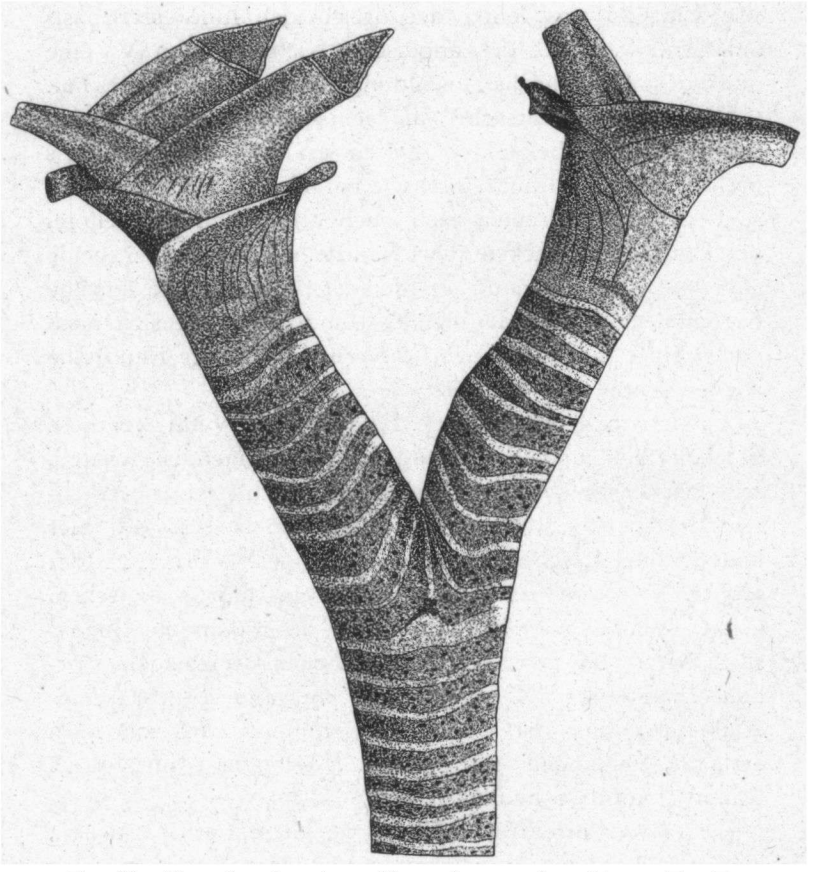

Fig. 28. *Aloe plicatilis*, älteres Verästelungsstück, in $^2/_3$ nat. Gr.; Cam. luc; die Narben der Fibrovasalsträngen jedoch nicht genau nach der Natur.

erkennen, indem jede Scheide an seiner der Lamina abgekehrten Seite eine schmale Insertion mit einer einzigen Reihe von Fibrovasalsträngnarben hat, während unterhalb der Lamina die Insertion breiter ist und mehrere Reihen

von Strängnarben zeigt. Es war dadurch leicht das empirische Diagram der Verästelung zu ermitteln; Fig. 29 bringt es. Wenn wir dieses betrachten, so ist es sofort deutlich dass wenigstens einer der beiden Äste, der rechte, eine Knospe K mit adossiertem Vorblatt V sein muss, welche aus der Achsel des Blattes T entspringt. Der andere Ast könnte die Fortsetzung des Hauptastes sein; nach den Befunden an *Aloe soccotrina* wäre es jedoch wahrscheinlich, dass nur das unterste Blatt dieses Astes zum Hauptast gehörte, und dass zwischen dieses und das nächst höhere Blatt eine Infloreszenz hinzuzudenken sei, während dann das zweite Blatt das der Infloreszenz adossierte Vorblatt einer zweiten Knospe sein musste.

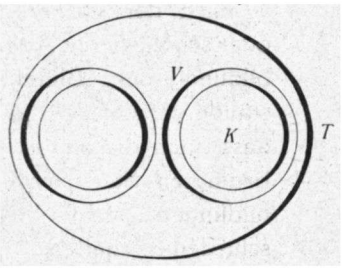

Fig. 29. Empirisches Diagramm von der Verästelung von Fig. 28.

Eine direkte Bestätigung dieser Ansicht habe ich lange Zeit nicht erhalten können, insofern eine neue gabelige Verästelung der *A. plicatilis* in dem botanischen Garten in Groningen (dem einzigen Garten wo ich die Art antraf) mehr als zehn Jahre auf sich warten liess. Im Sommer 1918 hat endlich eines der Exemplare, das schon wiederholt geblüht hatte, ebenfalls nach Blütenbildung sich gegabelt. Ausserdem hat bei früherer Blütenbildung der Stamm sich jedesmal sympodial weiter fortgesetzt, sodass von der Entwickelung einer einzigen Achselknospe mehrere Fälle zur Beobachtung kamen.

Die Blütenstände dieser Art sind etwa 40 bis 50 cm lang und haben einen Blütenschaft, der sich nach unten stark verjüngt; unten ist der Schaft zweischneidig, ganz flach. Dieses ist hier nicht nur bei sympodialem Aufbau des Stammes, sondern auch, der distichen Anordnung der Blätter gemäss, bei „Gabelung" der Fall.

Die Vorblätter der Knospen besitzen, wie die andern Blätter, zwei Stachelreihen am Blattrande: alle sind mit zwei schwachen Kielen versehen, welche ebenfalls eine schwache Stachelreihe besitzen können, jedoch in wechselnder Ausbildung. Dabei waren es ohne erkennbares Regelmass bald die Randreihen, bald die Kielreihen, welche sich nach oben zu fortsetzten und über den stumpfen Gipfel des Blattes hin miteinander vereinigten. Wahrscheinlich sind die Raumverhältnisse je nach der stärkeren oder schwächeren Ausbildung der Blütenstände verschieden, sodass auch die dadurch bedingten Stachelreihbildungen sich verschieden verhalten.

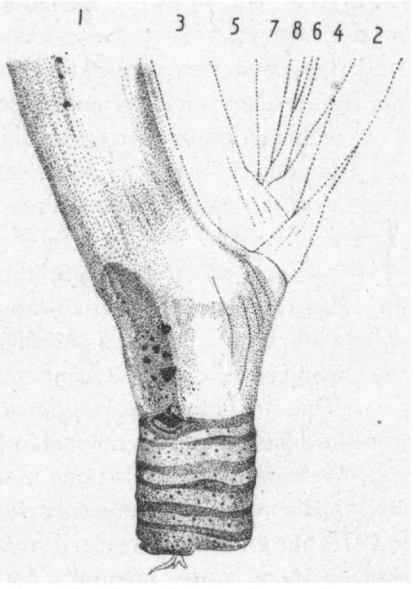

Fig. 30. *Aloe plicatilis*, Sympodium, ein Jahr nach der Blüte. 1—9 die Blätter des Seitensprosses. In $^4/_5$ nat. Gr.

Fig. 28 macht es uns bei Betrachtung der Ansatzstellen der Blätter in der Gabelungsstelle sofort klar, dass hier im Sattel der Gabelung, ganz wie bei *A. soccotrina* ein starkes Wachstum des Stammesgewebes stattgefunden haben muss.

Von den Verhältnissen welche sich bei der Entwickelung eines einzigen Seitenastes dartun, gibt Fig. 30 uns ein Bild. Von diesem Ast sind einige lebendige Blätter entfernt worden; die Internodien sind dunkler, die Blattinsertionen heller gezeichnet. Der Ast hatte ein Jahr zuvor geblüht; zwischen dem letzten entfernten Blatt und dem untersten

gezeichneten steckte noch der vertrocknete Rest der Blütenschaftsbasis. Bei Entfernung der letzten Scheide fiel dieser Rest jedoch auseinander; in der Figur ist aber noch ersichtlich dass an der nächsthöheren Scheide eine grosse Zahl von unregelmässigen Flecken (am Objekt tief-braun) und ein ganzer dunkler Streifen von der Berührung des Schaftes zurückgeblieben war. Nur die Insertion des Schaftes ist erhalten geblieben; in der Figur, und besser noch an dem Objekt war zu erkennen, dass der Anschluss der Seitenachse an dem Hauptast eine absolut vollkommene war. Die Insertionsstelle des Schaftes war in keiner Weise eine schwache Stelle des Sympodiums; der einzige Unterschied mit einem Monopodium war, dass das Internodium in dem der Blütenschaft lag, dort etwas breiter war als normal. Die Zurseitedrängung der platten Schaftbasis ist wie bei *Haworthia* schon für sich allein imstande diesen guten Anschluss zu erlauben; auf sonstige Mittel wie die Entwickelung der Kiele und Wülste und der schiefgewachsenen Internodien konnte hier gänzlich verzichtet werden.

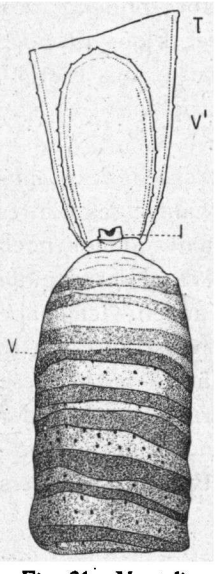

Fig. 31. *Aloe plicatilis.* Sympodium in Entstehung begriffen. V = Vorblatt bei der vorigen Verästelung, I Basis der Infloreszenz, T Tragblatt des Seitensprosses, V^1 dessen Vorblatt. Nat. Gr.

Die Blattstellung der Seitenachsen setzt diejenige der Hauptachse ungeändert fort, wie bei *Haworthia;* bei der distichen Anordnung aller Blätter ist dies jedoch nichts besonderes.

Der nämliche Ast hatte kurz vor der Untersuchung noch einmal geblüht, der Blütenschaft war neulich entfernt. Ich habe deshalb noch mehrere Blätter entfernt, bis auf das Tragblatt der neuen Infloreszenz (Fig. 31).

Besonders auffallend war hier nun, dass, obschon die Infloreszenz erst seit etwa zwei Wochen entfernt worden war, der Rest des Stieles so besonders klein war; nicht einmal 1 cm lang, und, obschon noch weisz und lebendig, nicht dicker als $^1/_5$ mm. Beiderseits war noch ein winziger Stachel zu erkennen, sodass hier wie bei *Aloe soccotrina* der Stengel durch die Kantenbildung zur Bildung von Stacheln veranlasst werden kann. In der Figur ist noch die Insertion des vorigen Vorblattes, Blatt 1 aus Fig. 30, mit V angedeutet worden; das jetzige Tragblatt T ist von diesem Blatt abgezählt das neunte Blatt.

Wie bei *Aloe soccotrina* sind in den Achseln der Laubblätter nie Knospen zu erkennen, mit Ausnahme des Blattes unterhalb der Infloreszenz; ich hatte nun anfangs noch die Hoffnung eine kleine Knospe in der Achsel des zweiten Blattes unterhalb der Infloreszenz zu finden. Ich habe daher besonders darauf geachtet, ob die Achsel des Blattes 8 unseres Objektes eine Knospe einhätte; auch diese Achsel war aber ganz leer. Der fördernde Einflusz der Infloreszenz auf die sich sonst nicht entwickelnden Achselknospen ist also merkwürdigerweise entweder besonders gross oder gar nicht merklich.

§ 5. **Aloe ciliaris Haw.** Gehörten die vorigen *A.* Arten zu denjenigen mit der „dichotomen" Verästelung Bergers, so ist die dünnstämmige *A. ciliaris* dagegen eine solche mit spät auftretender seitlicher Verästelung. Ich werde daher in dem nächsten Paragraphen, der dieser späten Verästelung gewidmet sein wird, auch noch einiges von dieser *A. ciliaris* mitteilen; ausserdem sehe ich mich aber genötigt hier dieser Art einen kurzen besonderen Paragraphen einzuräumen, weil die nach Blütenbildung auftretende, den Stamm sympodial weiterbildende Knospe in ihrer Entwicklung von den analogen Knospen der in den beiden vorigen Paragraphen behandelten Arten nicht unerheblich abweicht.

Fig. 32 zeigt uns ein Stück eines solchen nach Blüte weiter gebildeten Stammes; wenn wir diese Figur mit den Fig. 30 und 31 vergleichen, so erhellt daraus sofort der erwähnte Unterschied. Der Infloreszenzstiel ist hier in seinem unteren Teil nicht, wie sonst, ganz flach, sondern nur an der dem Achselspross zugekehrten Seite ein wenig abgeplattet. Dementsprechend ist die Zurseitedrängung des Infloreszenzstieles (man vergl. Fig. 19 auf S. 303) in viel geringerem Grade möglich gewesen, sodass ein vollkommener Anschluss der Seitenachse an die Hauptachse ebensowenig zustande kommen konnte.

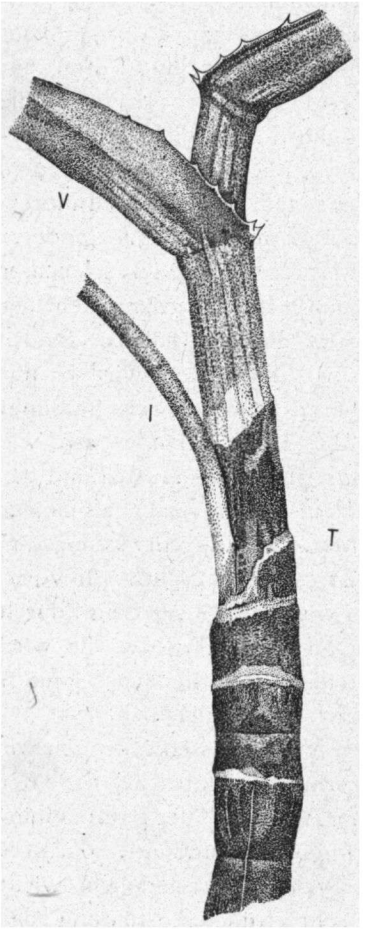

Fig. 32. *Aloe ciliaris*, nach Blütenbildung entstandenes Sympodium. T = Tragblattnarbe, V = Vorblatt, I = Infloreszenz. Vergr. 1.5 ×.

Es ist nun wohl wiederum dadurch bedingt worden, dass das letzte Glied des Hauptstammes unterhalb der Infloreszenz an der Knospenseite sehr stark ausgewachsen ist, an der gegenüberliegenden Stielseite fast gar nicht; dadurch ist die Verbindung der Seitenachse mit dem nicht vom Infloreszenzstiel eingenommenen Teil der Hauptachse erleichtert.

Vergleichen wir Fig. 32 nun wieder mit den ähnlichen

Fig. 33. *Aloe ciliaris*, Sympodium mit fehlgeschlagener, mit dem Achselspross emporgewachsener Infloreszenz I. T = Tragblattnarbe, V = Insertion des Vorblattes. Vergr. 1.5 ×

Figuren von *Dracaena*, z.B. mit Fig. 14 und 15, so erkennen wir teilweise eine grosse Übereinstimmung. Die schiefe Entwicklung der Internodien ist dort in demselben Sinne wie hier ein Mittel zur besseren Verbindung der beiden Teile des Sympodiums. Ein wichtiger Unterschied bleibt jedoch darin vorhanden, dass die Zurseitedrängung des Infloreszenzstieles bei *Dracaena* in ganz anderer Weise, viel später und viel schlechter zustande kommt. Bei *Dracaena* steht der Infloreszenzstiel anfangs nahezu zentral (Vergl. Fig. 8), und später wird er nur in seinen höheren Teilen zur Seite gedrängt (vergl. Fig. 12, 14, 15). Dabei wird wie bei *Pandanus* durch die Ausbildung der Kiele und Wülste der Anschluss beider Teile gefördert. Bei *Aloe ciliaris* dagegen steht der Infloreszenzstiel schon von vornherein soviel wie möglich zur Seite; durch seine Dicke an der Insertionsstelle wird jedoch die Stellung der Seitenachse anfangs ebenfalls mehr weniger seitlich.

Aus diesen Verhältnissen erkennen wir klarer als vorhin die Tatsache, dass der vollkommene Anschluss der Sympodiumteile bei *Haworthia* und *A. plicatilis* durch zwei Vorgänge ermöglicht wird: durch die sehr frühe Ausbildung der Achselknospe mit der davon bedingten Zurseitedrängung des Infloreszenzstieles einerseits und durch die Abplattung dieses Stieles andererseits.

Merkwürdigkeitshalber gebe ich hier

noch Fig. 33, wo ein Stück eines Stämmchens unserer Art abgebildet worden ist mit einer fehlgeschlagenen Infloreszenz. Diese war mit der Achselknospe ziemlich hoch emporgewachsen.

§ 6. **Die spät auftretende seitliche Verästelung.** Bei den oben untersuchten *Aloineae* fanden wir stets die besondere Eigentümlichkeit, dass schlafende Knospen ihnen abgehen. Die Knospen treiben entweder früh aus und entwickeln sich zu starken Ästen, oder sie entwickeln sich gar nicht. Die Achseln der meisten Blätter sind daher ganz leer; solche Knospen wie die *Yucceae*, die *Dracaeneae* und die *Nolineae* sie bei jedem Blatte haben, etwa Millimetergrosse Gebilde, fehlen immer.

Ich habe, um dieses noch besser zu begründen, von einigen Arten ebenfalls Keimpflanzen untersucht. Es wäre ja möglich, dass zwar bei den älteren Pflanzen die Achselknospen abortierten, dass aber die ersten Blätter der Keimpflanze dennoch Knospen führen würden. Dazu erhielt ich auf meine Bitte von Herrn Joseph Beubow in La Mortola, Ventimiglia, Samen freundlichst zugeschickt; von den davon im hiesigen Botanischen Garten gezogenen Pflanzen untersuchte ich *Aloe arborescens* und *A. plicatilis*.

Bei letzterer Art fand ich weder in den jüngsten, noch in etwas älteren Exemplaren je auch nur eine Andeutung einer Knospe in der Blattachsel, weder in medianer noch in seitlicher Stellung. Die von Berger beschriebene spät eintretende Verästelung von *Aloe arborescens*, *A. Salmdyckiana* und anderen, wo aus alten Stammstücken Seitenzweige hervorsprossen, ist daher eine Erscheinung, die einer näheren Untersuchung bedarf. Zu meiner Überraschung stellte es sich dabei alsbald heraus, dass hier nicht wie man erwartet haben würde, Adventivbildung vorlag, sondern dass es dennoch echte normale Achselknospen sind, welche diese Verästelung besorgen.

Während also bei den anscheinend dichotom sich ver-

ästelnden Arten die Achselknospen abortieren, so entwickeln sie sich bei den Arten mit später eintretender Verästelung. Eine erste Anweisung dafür, dass diese Seitensprosse keine Adventivsprosse waren, erhielt ich dadurch, dass bei den von mir untersuchten *Aloe arborescens Mill.* und *A. africana Mill.*, die Seitensprosse jedesmal sich gerade in derjenigen Höhe an dem Stamm entwickelten, wo von einer abgetrennten Blattscheide eine scharf demarkierte Ringlinie zurückgeblieben war [1]). Bei der geringen Zahl dieser Seitensprosse und ihrer späten Entwickelung, war es mir anfangs nicht klar, ob diese Sprosse sich an willkürlichen Stellen dieser Ringe oder in gesetzmässig bestimmter Lage entwickelten, bis ich bei *A. arborescens* erkannte, dass bei jeder Blattnarbe eine, oder bisweilen zwei, schlafende Knospen vorhanden waren. Die von diesen Knospen gebildeten Parastichen liessen sich bis an die beblätterte Region verfolgen, und stimmten dort mit denjenigen der Blätter überein. Innerhalb der lebendigen Blattscheiden fand ich diese Knospen ebenfalls in derselben Ausbildung vorhanden. Merkwürdigerweise waren alle diese Knospen bei *A. arborescens* nicht median in der Blattachsel gestellt, sondern stets etwa 25° oder 30° nach der anodischen Seite des Blattes verschoben.

Die hier gefundenen Knospen waren von wechselnder Grösse, 1—3 mm. Bisweilen waren wie gesagt, zwei vorhanden, dicht nebeneinander oder in einigen mm seitlicher Entfernung. Der Bau dieser Knospen zeigte mit dem der schlafenden Knospen *Dracaena's* die grösste Überein-

[1]) Diese Linie ist nicht die Blattnarbe, sondern die oberste Grenze der Blattnarbe. Die Epidermis der Internodien geht in den beblätterten Teilen mit jäher Richtungsänderung in die innere (= obere) Epidermis der dem Internodium angeschmiegten Blattscheiden über. Bei der Abtrennung der vertrockneten Blattscheiden reisst die innere Epidermis an dieser Falte ab; die äussere wird gewöhnlich in ganz unregelmässiger Weise gelöst, teils sogar vom untenliegenden Internodium abgerissen.

stimmung; wie dort war hier ein adossiertes Vorblatt, das, in der Rinde eingelassen, in der unteren Hälfte der Knospe nur eine ganz kleine, punktförmige Öffnung frei liess. In Abweichung von *Dracaena* war durch Hervorwölbung des ganzen Vorblattes die Knospe äusserlich wie ein Höcker erkennbar; aus diesem Höcker bricht dann später die Knospe anscheinend endogen hervor.

Bei *Aloe africana* waren diese Knospen viel weniger deutlich zu erkennen, nur war dort zu beobachten dass öfters mehrere, z.B. vier Knospen nebeneinander gebildet waren; hier liegt also wohl kollaterale Knospenbildung vor. Die Lage dieser Knospen war im allgemeinen ebenfalls anodisch; bei grosser Ausdehnung in seitlicher Richtung reichten jedoch bald einzelne Knospen bis an die Mediane des Blattes.

Ähnliche Knospen in anodisch-seitlicher Lage habe ich weiter noch beobachtet bei *A. Winteri* Berger, wo jedes Blatt 1 oder 2 Knospen führte und *A. ciliaris* Haw, wo in jeder Achsel eine einzige Knospe vorhanden war. In Fig. 33 sind zwei derselben sehr gut zu beobachten, bei dem untersten und dritten Stengelknoten.

Das Merkwürdige war hier nun, dass das Tragblatt der Achselknospe ebensogut wie die anderen Blätter eine solche Knospe führte. Die Knospe ist hier also als eine Beiknospe aufzufassen, und bildet das Analogon der Beiknospe in der Achsel des der Ranke von *Vitis* gegenüberstehenden Blattes.

Ein besonderes Interesse hatte nach obenstehendem noch die Untersuchung der Keimpflanzen von *Aloe arborescens*. Nachdem wir oben sahen, dass die älteren Pflanzen dieser Art Achselknospen in anodisch-seitlicher Lage hatten, so fragte es sich wie dieses bei den distich gestellten Blättern sein würde. Die Beobachtung ergab nun, dass bei diesen ersten Blättern die Knospen nicht median standen, wie man erwartet haben würde, sondern dass je rechts und

links von der Mediane eine, bisweilen auch zwei, Knospen vorhanden waren. Wir können also annehmen, dass die Knospen, die bekanntlich öfters bei den Monokotyledonen zu mehreren kollateral in der Achsel eines einzigen Blattes auftreten [1]), hier vorzugsweise in einiger Entfernung der Mediane ausgebildet werden, dass die Raumverhältnisse bei spiraliger Blattstellung aber nur die Entwickelung der Knospen an der anodischen Seite des Blattes fordern.

Die bei den oben genannten Arten beschriebenen Achselknospen können nun zu sehr verschiedenen Zeiten austreiben. Bei den Keimpflanzen von *A. arborescens* waren einige Exemplare, bei denen eine Knospe in der Achsel eines der erstgebildeten Blätter schon sehr früh austrieb. In anderen Fällen bleiben die Knospen sehr lange ruhen; sie brechen dann gelegentlich entweder noch zwischen den alten toten Blattscheiden oder auch aus dem nackten Stamm anscheinend endogen hervor.

Bei den verhältnismässig früh austreibenden Knospen werden die primären Gewebe noch etwas stärker ausgebildet, bei den spät austreibenden ist der Zentralzylinder anfangs sehr eng und muss wenigstens an der Basis des Sprosses schon früh durch die Bildung von sekundären Geweben verstärkt werden.

[1]) vergl. J. Velenovský, Vergleichende Morphologie der Pflanzen, Prag. 1905—1913, S. 694.

IV. KAPITEL.

Zusammenfassung.

1. Die oberirdische Verästelung des Stammes der baumartigen *Liliaceae* findet in der Regel durch die verfrühte Ausbildung einzelner Achselknospen, die dabei schon ohne Mithilfe der sekundären Gewebebildung besonders grosse Dimensionen erreichen, statt.

Nur bei einigen *Dracaeneae* und *Aloe* spp. können auch die kleinen Achselknospen später austreiben, wobei sie mit Hilfe der sekundären Gewebebildung ihre dünnen basalen Glieder verdicken und ihre anfangs kleine Insertionsflächen vergrössern können.

2. Die Weise, in der die verfrühte Ausbildung der Achselknospen vor sich geht, ist bei den verschiedenen Tribus verschieden; auch die Ausbildung der sich nicht entwickelnden, ruhenden Knospen ist eine verschiedene.

3. Bei vielen *Aloineae* konnten in den Achseln der Laubblätter nirgends ruhende Knospen beobachtet werden. Nur bei denjenigen Formen, bei denen eine spät auftretende seitliche Verästelung beobachtet wird, sind derartige ruhende Knospen regelmässig vorhanden. Diese Knospen liegen bei spiraliger Blattstellung nicht in der Mediane des Blattes, sondern sind nach der anodischen Seite des Blattes verschoben. Manchmal sind deren zwei oder mehrere vorhanden in einer einzigen Blattachsel. Bei disticher Blattstellung können die Knospen an beiden Seiten der Mediane zugleich ausgebildet werden. Diese

ruhenden Knospen haben eine sehr eigentümliche Form, indem das adossierte Vorblatt in der Rinde des Stammes versenkt ist.

Die Axillarknospen derjenigen Arten, denen die genannte späte Verästelung abgeht, entwickeln sich entweder gar nicht oder sie treiben frühzeitig aus, ohne Zwischenstadien. Die Veranlassung dieser frühen Entwickelung der Achselknospen ist für gewöhnlich das Auftreten der Blütenbildung. Das letzte Laubblatt unterhalb der Infloreszenz, und bisweilen zugleich damit auch das vorletzte Blatt, bildet dann unter dem Einfluss der geänderten Verhältnisse einen grossen Seitenspross in seiner Achsel aus. Vereinzelt kann auch ohne diese Veranlassung eine Achselknospe sich am ungeändert fortwachsenden Stamm zu einem Seitenspross entwickeln; namentlich bei *Haworthia* fanden sich in einzelnen Blattachseln verschieden weit ausgetriebene Seitenachsen. Diese Seitenachsen standen merkwürdigerweise nach der kathodischen Seite der Blattachsel verschoben.

4. Wenn bei den *Aloineae* nach Infloreszenzbildung ein einzelner Seitenspross auftritt, so wird durch die frühe Ausbildung dieses Sprosses der Infloreszenzstiel bei seiner Ausbildung schon so weit möglich zur Seite gedrängt. Bei fast allen Arten erhält dieser Stiel dazu eine zweischneidige schmale Insertion, die es ermöglicht diesen Stiel so weit nach aussen zu drängen, dass die Verbindung der beiden Teile des entstehenden Sympodiums von vornherein eine ganz vollkommene ist, ohne jegliche Einschnürung oder schwächere Stelle. Die Kiele und Wülste, welche bei *Pandanus* die Sympodiumbildung merklich unterstützten, sind hier gar nicht erforderlich; die Kiele des Vorblattes sind in Übereinstimmung damit besonders schwach ausgebildet oder fehlen ganz.

Nur bei *Aloe ciliaris* bleibt die Abplattung des Infloreszenzstieles fort; bei dieser Art ist die Sympodiumbildung daher weniger vollkommen. Die Verbindung von Haupt-

und Nebenachse ist bei den übrigen Arten nicht weniger vollkommen als bei den Sympodien von *Vitis*; merkwürdigerweise kann hier bei dem Tragblatt des Seitensprosses genau wie bei *Vitis* eine Beiknospe auftreten.

5. Wenn nach Blütenbildung zwei Seitensprosse bei den *Aloineae* auftreten, so ist bei spiraliger Blattstellung die Insertion des Blütenschaftes eine dreikantige, bei disticher Blattstellung eine zweischneidige. Die Verbindung von Hauptachse und Seitenspross ist auch hier eine sehr vollkommene, weil besonders zwischen den beiden Sprossen das Gewebe der Hauptachse emporwächst, sodass die Insertion mehrerer Blätter sogar dort einen Knick erhält.

6. Die Blätter der *Aloineae* haben vielfach die Eigenschaft, an ihren Rändern Stacheln auszubilden. Wenn nun ein Blatt in seinem Bestreben, den vorhandenen Raum in der Knospe durch sein Wachstum auszufüllen, zu Kantenbildung veranlasst wird, so treten gerade dort die Stachelreihen auf. Daher setzt bei spiraliger Blattstellung die Stachelreihe an der anodischen Seite des Blattes sich oft weiter nach oben fort als an der kathodischen Seite; daher finden wir, wenn bei spiraliger Blattstellung zwei Seitensprosse vorliegen, an dem Vorblatt des untersten Sprosses vier, an dem des zweiten Sprosses drei Stachelreihen; je zwei an den Blatträndern und zwei bezw. eine an den Kielen. Letzteres Blatt ist als einkieliges Vorblatt morphologisch interessant, und bildet das Gegenstück der von Eichler erwähnten dreikieligen Vorblätter bei *Marantaceen*.

Merkwürdigerweise kann auch der Infloreszenzstiel je nach seiner zweischneidigen oder dreikantigen Form zwei bezw. drei Stachelreihen ausbilden.

7. Die anscheinend gabelige Verästelung durch das Auftreten von zwei Seitensprossen ist oekologisch für die Pflanze von ganz anderem Wert als die Sympodiumbildung. Nicht-blühreife *Aloineae* können sich ebenfalls in

der angedeuteten Weise verästeln durch das Auftreten von bald nach der Bildung abortierenden Infloreszenzen.

8. Die *Dracaeneae* besitzen in den Achseln ihrer Laubblätter stets Achselknospen. Die ruhenden Knospen haben wie bei den *Aloineae* das adossierte Vorblatt in der Rinde des Stammes versenkt. Durch die Blütenbildung werden stets die Knospen in den Achseln mehrerer Laubblätter zu stärkerem Wachstum gereizt. Eine oder zwei dieser Knospen treiben aus, die anderen entwickeln sich nicht weiter, sie liefern nur grössere schlafende Knospen als anderswo.

Diese von der Blütenbildung auf die Knospen ausgeübte Reizwirkung bedingt nicht nur eine Anlage der Knospe in vergrössertem Massstabe, sondern auch die Disposition der Teile wird dadurch eine andere. Der Reiz muss also schon wirksam sein, bevor Umfang und Lage der Knospenteile feststeht; also schon lange bevor die Knospe für uns erkennbar wird.

9. Wenn bei den *Dracaeneae* von den gereizten Knospen nur eine austreibt, tritt Sympodiumbildung in etwa derselben Weise wie bei *Pandanus* auf. Der anfangs aufrechtstehende Infloreszenzstiel wird in seinen höheren Teilen von der sich entwickelnden Seitenknospe zur Seite gedrängt; die Insertion behält aber seine zentrale Lage bei. Dabei spielen die Kiele und Wülste eine ähnliche Rolle wie dort; nur sind sie weniger gut ausgebildet.

Der Infloreszenzstiel bleibt seine runde Querschnittsform beibehalten und steckt, wie bei *Pandanus*, wie aus einem Loch seitlich aus dem Sympodium heraus; diese Stelle bleibt mechanisch minderwertig.

10. Wenn zwei Knospen bei *Dracaena* zu dicken Asten austreiben, so ist das Ergebnis demjenigen von *Pandanus* sehr ähnlich.

11. Die *Yucceae* verhalten sich in allen Hinsichten fast ganz wie die *Dracaeneae*. Das Vorblatt der ruhenden Achsel-

knospen ist jedoch nicht wie dort in die Stammesoberfläche versenkt; die Knospen ragen in gewöhnlicher Weise aus der Oberfläche hervor. Die grossen Knospen verbreitern ihre Insertion durch Kiele oder Wülste oder durch beide: dieses habe ich nicht näher beobachtet. Der bedeutendste Unterschied mit *Dracaena* ist jedoch, dass der Infloreszenzstiel nicht zur Seite gedrängt wird, sodass von eigentlicher Sympodiumbildung nicht die Rede ist.

Groningen, Aug. 1918.